

REPRODUCCION DE ANIMALES DOMESTICOS

Como consecuencia de la gestacion se produce leche. Antes de la produccion debe darse la reproduccion, la cual es basica para la obtencion de productos utiles al hombre (carne y leche). Ademas es útil para la selección genetica, la cual se comprueba con el nacimiento de las nuevas crías.

Tanto el aparato reproductor masculino como femenino se empiezan a formar en las primeras fases embrionarias, a partir de las llamadas hojas blastodermicas y a partir del ectodermo, a partir del cual tambien se forma el aparato urinario. En este momento se origina una cresta genital que crece y se transforma en una eminencia o papila genital que da lugar a la generacion de 2 conductos, el de Muller (abierto) y el de Wolf (cerrado). A partir de estos comienza la diferenciacion sexual del individuo. Asi, cuando este es macho se desarrolla el de Wolf y si es una hembra se desarrolla el de Muller. El desarrollo de uno de los conductos implica el atrofiamiento del otro. Si esto no ocurriera, el individuo seria hermafrodita. Puede ocurrir en ciertas razas caprinas.

El individuo hermafrodita suele tener uno de los aparatos bien desarrollado y el otro atrofiado en la estructura, siendo normalmente nula la actividad en ambos aparatos. El desarrollo de los aparatos reproductores es continuado en la fase prenatal y posteriormente en la fase postnatal hasta que el individuo alcanza la pubertad y la madurez sexual. A partir de este momento hay una estabilizacion para despues ir perdiendo actividad progresivamente hasta la vejez.

APARATO REPRODUCTOR MASCULINO

Consta de 3 porciones perfectamente diferenciadas :

- 1) APARATO COPULADOR
- 2) PORCION TESTICULAR
- 3) GLANDULAS ANejas

Testiculos

Organo par , responsable de la produccion espermatica y de ciertas hormonas. Cuando el animal es joven se encuentran en la cavidad abdominal hasta que bajan y se colocan en la posicion inguinal y si esto no se produjera los animales se llamarian asi :

- Criptorquidio : no se produciria el descenso testicular.
- Monorquidio : solo descenderia un testiculo. No implica esterilidad del que si baja.

Presenta una situacion, tamaño y forma variables en funcion de la sp a tratar. Generalmente estan en la region inguinal, exteriores al animal, en disposicion posterior, en la region de la braga, con una desviacion caudal en funcion de la especie y con un mayor o menor distanciamiento del abdomen segun la especie y protegidos por una estructura derivada del abdomen, llamada ESCROTO. Los testiculos se unen al resto del aparato reproductor por una estructura llamada CORDON ESPERMATICO que posee cierta elasticidad que permite alejar o acercar el testiculo del abdomen para proteger al testiculo de la temperatura y consta de :

1. Arteria y vena espermatica.

2.Plexo linfatico.

3.Red nerviosa simpatica.

4.Musculatura propia de fibras longitudinales que forman el musculo CREMASTER.

5.Conducto deferente protegido por la TUNICA VAGINAL.

El cordón espermático atraviesa las paredes abdominales por el ANILLO INGUINAL, que en principio está muy abierto para permitir el paso del testículo y luego se cierra en torno al cordón. El escroto o saco de protección testicular es una estructura compleja de piel gruesa y pilosa que protege a los testículos en dos cavidades diferentes, presentando un tabique central. El escroto tiene una estructura de varias capas :

– Piel.

– Tunica Dartos : Compuesta de tejido fibroelástico y fibras nucleares lisas intimamente pegadas a la piel y con función termorreguladora.

– Fascia escrotal : Se presenta como una derivación de la musculatura abdominal y que le da una importante sujeción al testículo.

– Capa parietal : Procedente de la túnica vaginal y de naturaleza fibrosa intimamente relacionada con la estructura testicular y que todo ello sirve para dar al testículo sensación de sujeción, protección y termoregulación.

Estructura testicular

1) TUNICA VAGINAL PROPIA. Derivada de la túnica vaginal del cordón espermático, de tejido conectivo y función de sostén, para mantener la estructura interna del testículo

2) TUNICA ALBUGINEA. Con estructura de tejido conectivo y abundante riego sanguíneo, es inelástica y da lugar al mantenimiento de la presión testicular interna, la cual ayuda a la salida de espermatozoides.

3) TRAVECULAS TESTICULARES o septas. Derivadas del tejido conectivo de la túnica albugínea, que son unos cordones que van desde el exterior hasta el interior del testículo hasta un núcleo central de tejido conectivo llamado mediastino.

4) PIRAMIDES TESTICULARES. Entre las traveculas quedan espacios más o menos triangulares en cuyo interior se sitúa una red de tubos seminíferos y de células intersticiales y que son responsables de la secreción de hormonas y de células sexuales y que forman el tejido espermático. Todos estos tubos desembocan en unos canales centrales, que están en el mediastino y que se llama red testicular o RETE TESTIS

5) MEDIASTINO. Núcleo central del testículo, compuesto de tejido conectivo.

6) RETE TESTIS. Red de canales centrales del mediastino que recoge la secreción de los tubos y la lleva hacia la Laguna de Haller.

7) LAGUNA DE HALLER. Colector central, situado en uno de los polos del testículo, a partir del cual se produce la salida de los espermatozoides a través de los conductos eferentes.

8) CONDUCTOS EFERENTES. Tubos muy finos que sacan los espermatozoides desde la laguna de Haller hasta el exterior del testículo. El número de conductos eferentes es variable según la especie, ya que el volumen de

eyacuación es distinto en cada una de ellas y normalmente a mayor volumen mayor número de conductos. El conducto presenta 2 tramos, uno Intratesticular y otro Extratesticular, que comunica con el epidídimo. El movimiento de los espermatozoides se produce por diferentes causas :

- Células ciliadas en el interior que permitan el paso de los espermatozoides.
- Diferencia de presión con respecto al exterior del testículo.
- Sustancias químicas atrayentes producidas en el epidídimo.

6) EPIDÍDIMO. Es una estructura alargada que va de polo a polo del testículo por uno de sus laterales y que presenta una estructura hueca de sección triangular y diámetro irregular y en cuyo interior vemos los espermatozoides en fase de maduración. Presenta tres partes distintas :

1. Cabeza del epidídimo (porción superior). Porción más ancha, a la cual llegan los conductos eferentes. Los espermatozoides comienzan a madurar aquí.

2. Cuerpo del epidídimo (porción lateral). Porción lateral al testículo, más estrecha, en la que los espermatozoides tienen movimiento propio.

3. Cola del epidídimo (porción terminal). Tramo final en el polo inferior testicular. Contacta con el conducto deferente.

Es importante conocer el tiempo de recorrido del espermatozoide hasta el conducto deferente pues este será el tiempo real de recuperación de la producción espermática en un semental.

7) CONDUCTO DEFERENTE. Es un tubo largo que consta de 3 partes distintas que vienen marcadas por su recorrido desde el testículo hasta el aparato copulador :

1. Porción testicular. Desde cola del epidídimo hasta integración con cordón testicular.

2. Porción que recorre el cordón testicular y atraviesa el anillo inguinal.

3. Porción intraabdominal y que va a llegar al aparato copulador.

El cordón espermático (en cuya estructura se incluye el conducto deferente) presenta una estructura de fibras musculares lisas circulares y longitudinales que permiten el movimiento en el interior del tubo para la ascensión espermática.

Tiene también un recubrimiento interno de mucosas y válvulas que impiden el retroceso.

Los conductos deferentes terminan en un ensanchamiento conocido como :

8) AMPOLLA DE HENLE. Este ensanchamiento del conducto deferente, está situado por encima de la vejiga urinaria y se puede palpar a través de la cavidad del recto. Esto permite la excitación de las ampollas por masaje rectal, favoreciendo la eyacuación. Son considerados almacenes de espermatozoides y permite que el semen coja mayor fluidez. No existen en el berraco. A partir de las ampollas de Henle hay un estrechamiento del tubo para formar los llamados conductos eyaculadores que son los que entran en el aparato copulador. A partir de las ampollas el espermatozoide comienza a tener las características propias para la fecundación, pero necesita una serie de aditivos que les de protección frente a los agentes externos y desconocidos y frente al aparato genital de la hembra. Para ello el espermatozoide se incorpora a unos conductos que lo van a llevar fuera y que comienzan con los conductos eyaculadores que van desde la ampolla de Henle y van a parar a la

uretra.

Estructura y composicion del aparato copulador

Primero vemos una porcion inicial llamada URETRA, que recorre el aparato copulador en toda su longitud y presenta 3 partes diferentes, considerandose un tramo mixto de conduccion de semen y de orina.

- 1) URETRA PROSTATICA. Desde la vejiga urinaria hasta la desembocadura de los conductos eyaculadores. Es una porcion simplemente vehiculadora de orina y es la mas corta.
- 2) URETRA MEMBRANOSA. Desde los conductos eyaculadores hasta la ARCADA ISQUIATICA (lugar donde desembocan las glandulas bulbouretrales), entendiendo por arcada isquiatica como el punto de fusion de los isquion de cada uno de los miembros que forman el suelo de la cavidad pelviana.
- 3) URETRA PENEANA. Desde la arcada isquiatica hasta la porcion final del aparato copulador o PENE.

Pene

Tiene un tamaño mayor en especies de inseminacion UTERINA (caballo y cerdo). Las especies de inseminacion VAGINAL son los rumiantes (cabras, vacas y ovejas). Las de inseminacion TUBARICA (en las inmediaciones de la cloaca) son las aves. Esto esta en funcion del lugar en el que se depositen los espermatozoides.

Presenta un recubrimiento externo cutaneo suave, elastico y sensible llamado PREPUCIO.

Este prepucio presenta multitud de glandulas y formaciones foliculo-glandulares, capaces de segregar sustancias lubricantes a los movimientos peneanos. Tb el prepucio permite una proteccion del pene cuando este no esta en ereccion. El pene tiene 3 partes :

- 1) Segmento perineal. Va desde la arcada isquiatica hasta las primeras porciones de la flexura sigmoidea, donde comienza el escroto. En esta porcion encontramos un gran desarrollo muscular cuyo musculo recibe el nombre de raices peneanas, siendo los mas importantes los musculos isquicavernosos y los bulbocavernosos. Son muy fuertes y tienen una insercion osea importante y tambien una insercion en la region del perine. A raiz de estas flexuras sigmoideas, coincidentes con las primeras porciones escrotales y apoyado por el ligamento suspensorio del pene, aparece el segundo segmento.
- 2) Segmento escrotal. Atraviesa la zona de la bolsa testicular. En esta zona se produce un reforzamiento mediante el llamado ligamento suspensorio del pene
- 3) Segmento libre o copulatriz. Va desde la bolsa testicular y hasta la porcion final del pene o glande. El glande se recubre de un ensanchamiento del prepucio, que forma unas vesiculas caracteristicas en cada sp. Esta porcion final tiene cierta movilidad, posee una estructura cilindrica y en su porcion final una zona variada en funcion de la sp. Esta forma es im-portante pues es la adecuada para adaptarse al ap.repr. de la hembra de su sp.

Todas las porciones presentan un abundante tejido muscular de tipo esponjoso y cavernoso con numerosas cavidades que se llenan de sangre en el momento de la ereccion. Como consecuencia de ello se produce el endurecimiento de los musculos, mucho mayor en el tejido cavernoso que en el esponjoso. De tal manera que alrededor de la uretra se situa tejido muscular esponjoso con el fin de protegerla y que no se aplaste en el momento de la ereccion, excepto en el bovino, donde la uretra se recubre por ella misma de un dispositivo especial de tejido conjuntivo que impide el aplastamiento, la disposicion de esponjoso y cavernoso es aleatoria. En el interior de las cavernas hay unas celulas capaces de segregar sustancias anticoagulantes

(HEPARINA, que evita que la sangre quede retenida en la musculatura). En la erección la uretra cierra la entrada de orina y la ampolla de Henle comprime la salida del semen.

Diferencias entre los aparatos copuladores de las distintas sp

- **Equinos** : el aparato y el prepucio están muy desarrollados, el glande está muy diferenciado, presentando una estructura esférica, pero no encontramos un ligamento retractor del pene. Este ligamento es el que hace regresar rápidamente a la porción libre al interior del prepucio para protección del exterior. Los equinos no lo tienen, por lo que tras su co-acción el pene se queda fuera durante mucho tiempo. Además tampoco vemos la flexura sigmoidea (invaginación en forma de S que realiza el ap. copulador y que le permite aumentar de tamaño, no solo en anchura sino tb en longitud).
- **Bovinos** : el aparato es cilíndrico y de diámetro más pequeño, pero que presenta gran consistencia y mayor longitud que en los equinos. Tiene una flexura sigmoidea muy marcada con doble inflexión y presenta unos ligamentos retractores del pene muy fuertes que incluso se ven reforzados por unos grandes y fuertes ligamentos prepuciales anteriores que todavía ejercen una mayor presión para devolver al pene a su sitio tras la eyacuación. El glande apenas está diferenciado del resto del pene y presenta una forma aplanada con un núcleo esponjoso que entra en erección después del resto del pene.
- **Ovino y Caprino** : el aparato copulador es proporcionalmente más grande que el del bovino. Las características son similares pero en el glande se desarrolla el denominado apéndice penéano que es una estructura puntiaguda que entra en erección cuando el aparato copulador está en el interior del aparato reproductor de la hembra y sirve para levantar una porción que la hembra tiene en el cuello uterino, que es 003
- **Cerdo** : el aparato copulador está muy desarrollado. Con una inflexión sigmoidea menos marcada que en rumiantes. Pero vemos una apertura prepucial con 2 sacos ciegos : uno ventral y otro dorsal, muy grandes y que recogen restos de orina y de semen del animal de tal forma que en el interior se descomponen y dan lugar al característico olor del cerdo. El glande tiene una estructura típica en forma de tirabuzón y con base carnosa importante.
- **Conejo** : Vemos un aparato copulador con mucho tejido esponjoso y elástico, con un glande acuminado o afilado, con un núcleo central de tejido cavernoso y que está muy condicionado por el gran desarrollo de los músculos retractores del pene, en detrimento de los extensores, con lo que al realizar la copulación, esta es muy rápida y muy esforzada.
- **Aves** : el aparato copulador está poco desarrollado, solo en palmípedas es algo superior (2cm). Consiste en una papila genital o copulante recubierta de un epitelio muy fino y sensible, al cual llegan 2 núcleos en punta que son la salida del conducto urinario y la del conducto eyaculador. Así se produce la eyacuación, el semen se recoge con las plumas timoneras y se deposita en las inmediaciones de la cloaca.

Glandulas anejas

Son importantes porque ayudan al mantenimiento del espermatozoide, a su circulación por el aparato copulador y a su defensa en un medio hostil como es el ap. repr. femenino. Las glándulas anejas son 3 y forman el complejo GLANDULAR PARAGENITAL.

La secreción de las glándulas y los espermatozoides, forman el eyaculado o semen. Estas glándulas son : Prostata, Vesículas seminales y Glándulas bulbouretrales o de Cowper.

1) Prostata : es una estructura bilobulada unidos por un segmento intermedio que puede ser o no funcional y que se sitúa por encima de la vejiga urinaria y por debajo del recto.

Presenta un número de conductos excretores, variable según la sp, que desemboca a nivel de la uretra. En el caso del cerdo y de pequeños rumiantes, la prostata no tiene tan clara esta lobulación, transformándose en una prostata difusa o prostata de AUDEMAN. En estos casos el número de conductos es mayor, y además situados de una forma irregular. La prostata elabora una sustancia rica en electrolitos que se encarga de

estimular los movimientos de los espermatozoides y que dan al semen su característico olor.

2) Vesículas seminales : son 2 órganos independientes y simétricos unidos entre sí por un pliegue de tipo seroso que se llama PLICA GENITAL, y que se sitúa a ambos lados de la uretra, por encima de la vejiga urinaria. Las vesículas seminales elaboran un líquido o sustancia tampón que da volumen al eyaculado, protegiendo a los espermatozoides de los cambios bruscos de pH que pueda haber en el aparato genital de la hembra. Estas vesículas tienen forma de pera en el caso del caballo y en el resto de especies la estructura es lobulada.

3) Glándulas bulbouretrales o de Cowper : se sitúan en la arcada isquiática entre la uretra membranosa y la peneana y presentan un desarrollo variable según la sp siendo característico el gran volumen que tienen en el cerdo. Produce una sustancia muy rica en ClNa pero es una sustancia isotónica que favorece además la movilidad espermática y que actúa como sustancia limpiadora del resto de semen tras la eyaculación. Vesículas y próstata son palpables y excitables a través del recto.

AVES : Casi no hay ap genital externo, no hay glándulas anejas, los testículos son intraabdominales siendo mayor el izquierdo y el conducto deferente es muy largo desembocando en la papila genital en la cloaca, por lo que no hay glándulas accesorias.

APARATO REPRODUCTOR DE LA HEMBRA

Tiene una estructura característica, destacando las siguientes partes :

- 1) Ovarios.
- 2) Trompas uterinas.
- 3) Utero.
- 4) Vagina.
- 5) Bulba.

Se desarrolla a partir del conducto de Müller. La anatomía es diferente a la del macho pero conserva una similitud en la producción de células sexuales femeninas y en el desarrollo hasta la pubertad del animal. Se sitúa en la cavidad pélvica, apoyado en el suelo de esta y ligeramente colgante hacia la cavidad abdominal, relacionado dorsalmente con el recto.

Ovarios

Es un órgano par. Se define como el órgano genital femenino más importante pues producirá la célula y la hormona sexual femenina. Su situación es simétrica, detrás del riñón y con una forma típica según la sp. En el caso de la yegua, la forma es de riñón. En vaca y cerdo la forma es lobulada. La superficie del ovario es irregular pues en ella se produce el crecimiento de los folículos que contendrán al ovulo. Por la actividad ovárica podemos clasificar las sp animales en MONOTOCAS y POLITOCAS. Las sp monotocas son la equina y la bovina y se caracterizan porque solo se produce el desarrollo de un folículo en cada ciclo sexual, mientras que las sp politocas son los pequeños rumiantes, cerdos y carnívoros porque producen el crecimiento de varios folículos a la vez. La estructura del ovario da un aspecto blanquecino-rosáceo, externamente, con numerosa actividad. Presenta una estructura fuertemente unida al resto del aparato, mediante el llamado MESOVARIO, que es un ligamento derivado del ligamento ancho del útero, a través del cual llega al ovario una abundante irrigación y tb una gran cantidad de nervios, que lo hacen una estructura muy sensible. El ovario presenta dos estructuras bien diferentes :

1) CAPA CORTICAL O PERIFERICA en la que se produce el crecimiento folicular. La estructura CORTICAL tiene un recubrimiento de tejido conectivo que forma una capa albuginea que se condensa hacia el interior, dando una serie de traveculas. Por debajo de esta capa albuginea se encuentran los folículos rodeados de unas células foliculares y que en su interior presenta el OVOCITO, y unas células grandes llamadas PLASMODERMOS y que sirven para alimentar los ovocitos cuando están dentro del folículo. Estos plasmodermos desaparecen cuando el folículo está maduro. La hembra al nacer ya presenta todos los folículos y curiosamente conforme se acerca la pubertad el número de folículos decrece. P.ej. una vaca al nacer puede tener 250.000 folículos al nacer. Cuando tenga un tamaño de 4-5 meses tendrá solo 60.000. En la pubertad tendrá solo 10.000 o 12.000. En la madurez sexual tendrá solo 2.000 o 3.000. Después usará solo 8 o 10 como mucho.

La superficie del ovario es irregular porque en ella se produce el crecimiento folicular de forma irregular para cada folículo. En la superficie del ovario hay folículos en todas las fases de crecimiento.

Las fases del crecimiento folicular son :

1. Folículo primitivo. Este presenta el ovocito en su interior, característico con un núcleo vesicular grande, un aparato de Golgi desarrollado y muchas mitocondrias. Rodeando al ovocito encontramos las células foliculares formando una capa simple.

2. Folículo primario. Presenta un ovocito que ha crecido y un Aparato de Golgi roto y diseminado por el citoplasma, lo que le da a la célula un aspecto característico. Rodeando al ovocito se sitúan una capa de sustancias de naturaleza lipoproteica neutra, llamada zona PELUCIDA. Las células foliculares se han dividido y forman un EPITELIO ESTRATIFICADO. A partir del tejido de la superficie ovarica se desarrolla la TECA FOLICULAR,

y esta se va a dividir después en dos capas, una interna y otra externa, responsables de la producción de estrógenos. El crecimiento del folículo primario da lugar al llamado :

3. Folículo secundario. El ovocito presenta un crecimiento máximo, que conserva la zona pelucida, pero en el que las células foliculares han crecido mucho y entre ellas se ha formado un hueco llamado ANTRO FOLICULAR, que se llena de un líquido en el cual se sitúa el ovocito, pero se une a una de las paredes por un engrosamiento llamado CUMULUS OOPHURUS.

4. Folículo maduro o de Graaf. El ovocito se libera del contacto con la pared folicular, se rodea de una capa de células granulosas que da lugar a la llamada CORONA RADIADA. Por otro lado las células foliculares se separan de la teca externa e interna por una membrana conjuntiva. Las tecas adquieren gran tamaño y en el interior del folículo encontramos líquido abundante y a gran presión. De tal forma que en las siguientes fases foliculares se produce la rotura de la membrana externa, la salida del líquido al exterior y este líquido arrastra al ovulo, quedando entonces una estructura llamada CUERPO HEMORRAGICO de aspecto rojizo y que es una herida abierta. Con el paso del tiempo el cuerpo hemorrágico se torna amarillo y se forma el CUERPO LUTEO o AMARILLO, el cual será responsable de la secreción de Progesterona. Cuando este cuerpo termine de funcionar se forma el CUERPO BLANCO, que finalmente se seca para dar una cicatriz.

No se producirá el desarrollo de un folículo hasta que los que se encuentren en un estado más avanzado no exploten. Esto es un ciclo hormonal que estará en función del ciclo sexual de la hembra.

2) CAPA MEDULAR O INTERNA que presenta una gran riqueza en fibras lisas y un abundante riego sanguíneo. En el interior del ovario vemos una zona vascular importante con predominio tanto en número como en calibre de los vasos arteriales sobre los venosos. La zona medular va a recibir la entrada de los vasos sanguíneos en el órgano HILIO, que es de naturaleza conjuntiva y muscular y en ella existe una arteria ovarica que va a irrigar profundamente al órgano. De forma que en el momento en que se produzca la rotura

folicular, se produce una inyección enorme de sangre en el ovario, que tiene que salir lentamente de la estructura, al ser más pequeños los vasos venosos, dando lugar a la formación abundante de CO₂, que está contenido en la sangre venosa, el cual actúa como anestésico para el animal en el momento de la rotura folicular, reduciendo mucho el dolor que se produciría en la ovulación. A continuación del ovario hay unos conductos trompas que van a servir para llevar el óvulo hasta el útero.

Trompa uterina, de Falopio u oviducto.

Se trata de un tubo sinuoso, estrecho y flexuoso que en su porción inicial presenta un ensanchamiento denominado pabellón de la trompa o infundíbulo, el cual rodea al ovario sin tocarlo, presentando una forma de saco con un borde dentellado que trata de recoger al óvulo en el momento en que se produce el estallido del folículo. Está abundantemente irrigada y presenta multitud de nervios.

Esta trompa es realmente la derivación del conducto de Muller inicial cuando este se desarrolla y presenta una longitud y dirección variable según la especie, aunque normalmente se dirige hacia el útero, describiendo un círculo. El óvulo presenta una capa serosa muy irrigada con una estructura muscular de fibras longitudinales circulares lisas y en su interior presenta una mucosa de células secretoras y ciliadas que ayudarán al avance del espermatozoide. El fenómeno de la fecundación se produce en el INFUNDIBULO, que es un estrechamiento del oviducto.

Útero o matriz

Tiene 3 partes distintas : Cuernos uterinos, Cuerpo del útero y Cuello uterino.

1) Cuernos uterinos : reciben a los oviductos y se comunican a través del cuerpo del útero. Son las estructuras más desarrolladas en las especies domésticas, siendo normalmente convexos en la parte superior y concavos en la parte inferior, y presentando una separación más o menos clara dependiendo de la especie. En la yegua se presentan de forma muy marcada. En la perra son más largos e independientes. Presentan posición cónica respecto al útero, excepto en la perra. Los cuernos se presentan enrollados y en el borde de la cavidad pélvica, colgantes hacia la cavidad abdominal. Están sujetos por una estructura ligamentosa llamada MESOMETRIO, el cual está formado por dos ligamentos en forma de U que sujetan perfectamente los cuernos al cuerpo del útero. Además para que el cuerno no se deforme y conserve su estructura hueca, existe el llamado LIGAMENTO ANCHO que lo recorre en toda su longitud y que evita los aplastamientos y las posibles torsiones y descolocaciones que se produzcan, sobre todo en estado gestante. Para que los cuernos sigan unidos existe el LIGAMENTO INTERCORNUAL, que va de cuerno a cuerno. Toda esta estructura es tan fuerte que hace que el cuerno tenga forma de ariete respecto al cuerpo. Los cuernos tienen una estructura característica de tejido conectivo y de tejido muscular muy desarrollado, que puede sufrir varias transformaciones :

- 1) Hiperplasia o multiplicación de células musculares.
- 2) Hipertrofia o incremento de tamaño de estas células.
- 3) Metaplasia o transformación de las células musculares lisas en estriadas, en los últimos estadios de la gestación para aumentar la fuerza de la musculatura, para sostener el peso del feto y para aumentar la potencia de contracción en el parto.

Internamente el cuerno tiene una estructura vascular importante pues debe alimentar una capa interna de mucosa con mucha actividad, que está formada por células de tipo glandular y ciliadas que favorecen la anidación del embrión y la ascensión del espermatozoide. El interior del cuerno sufre una serie de variaciones que van de acuerdo con el ciclo sexual del animal y que normalmente se realizan para favorecer la fecundación del óvulo. Estas variaciones son las siguientes :

- Cuando la rotura folicular se aproxima existe un aumento de las contracciones uterinas que van en dirección al ovulo.
- Movimiento de los cilios.
- Proceso de aspiración a nivel de las trompas.
- Secreción hormonal de prostaglandinas.

2) Cuerpo del utero : comienza con la unión de ambos cuernos y termina en el cuello cervical. Dorsalmente al utero encontramos el recto y ventralmente la vejiga urinaria. Presenta una sección elíptica y una estructura similar a los cuernos, que también va a sufrir estos procesos de hiperplasia, hipertrofia y metaplasia. Internamente su mucosa favorece la anidación embrionaria, dando lugar a la secreción de una sustancia blanca y viscosa llamada leche uterina o de Williams, y que servirá para alimentar al embrión en la 1ª fase, antes de la formación de la placenta. En las especies de inseminación uterina, el cuerpo del utero está preparado para recibir el semen y presenta un mayor tamaño. Además ayuda a subir a los espermatozoides hacia los cuernos mediante unos movimientos de contracción o con sustancias químicas atrayentes.

3) Cuello uterino : este se presenta como una estructura alargada y estrecha que tiene 2 funciones : por un lado permite la entrada de los espermatozoides para buscar al ovulo y por otro lado permitir la salida del feto en el parto. La estructura del cuello del utero es diferente según se trate de animales de inseminación uterina o vaginal. Los de vaginal tienen un cuello mucho más desarrollado que nos va a presentar un conducto de pliegues transversales que nos va a dejar entre medias unos huecos o valles llamados CARUNCULAS y que impedirán la entrada del ap. copulador. Las carunculas sirven de depósito de esperma y de almacenes de selección puesto que solamente lo superarán los espermatozoides más fuertes. Cuando la monta es natural los eyaculados son muy grandes y el depósito de semen es muy grande con lo que fácilmente algún espermatozoide llegará al ovulo. Pero en inseminación artificial el conducto es difícil de atravesar para la pequeña dosis que usamos. Por ello tratamos de depositar el semen lo más cerca posible del cuerno.

La abertura final del cuello está formada por 3 pliegues o labios carnosos, 1 transversal y 2

oblicuos que da lugar a una estructura característica llamada FLOR RADIADA. En el caso de hembras de pequeños rumiantes vemos una estructura similar, pero la salida del cuello uterino se recubre por un repliegue carnoso dorsal llamado PLICA CERVICALIS, que debe ser levantada por el aparato copulador del macho para que el eyaculado se sitúe en los pliegues del cuello, y representa un impedimento para la inseminación artificial. En hembras de inseminación uterina no existen estos pliegues transversales, sino que son longitudinales, no habiendo carunculas, lo que favorece la introducción del órgano sexual masculino y la salida, apareciendo en la separación entre vagina y cuello una especie de fruncido que es una unión brusca entre ambas estructuras.

Vagina

Muy desarrollada tanto en longitud como en diámetro en el caso de las especies de inseminación uterina.

Normalmente está en el suelo de la cavidad pelviana, muy relacionada con el recto, con la vejiga urinaria y con el hueso de la pelvis por lo que debe estar rodeada de una gran cantidad de tejido conectivo graso que evite el rozamiento con los huesos. Presenta una capa muscular muy importante que favorecerá la expulsión fetal en el parto. Interiamente la mucosa está formada por un epitelio plano de células características que son anucleadas que se transforman dependiendo del momento del ciclo sexual de la hembra, de tal manera que si las extraemos con un frotis vaginal y las examinamos al microscopio, podemos determinar el momento del ciclo en el que está la hembra. Estas células son las llamadas de PAPANICOLAU. La salida de la vagina al exterior se produce a través de una estructura llamada vestibulo y que termina en la bulba, que es el órgano genital externo de la hembra. Este vestibulo entre la vagina y la bulba va a recibir ventralmente en una porción inferior el orificio de salida de la vejiga urinaria o MEATUS URINARIUS.

Tambien en este vestibulo encontramos al himen, que es un tabique membranoso situado por detras del vestibulo, entorpeciendo la entrada de la vagina y el clitoris que es un pene vestigial, formado por abundante tejido cavernoso y 2 musculos, uno anterior y otro posterior y que normalmente tiene la capacidad de entrar en ereccion en el momento de la cubricion. Por ultimo estan los labios bulbares que son estructuras carnosas que no presentan extracto corneo y que suele adquirir un gran desarrollo y una fuerte vascularizacion en el momento del celo y que tiene una gran capacidad elastica para permitir la salida del feto en el momento del parto.

Aparato genital de las Aves

Es muy simple. Consta de un ovario y un oviducto como elementos principales. El ovario es un organo par (derecho e izquierdo) siendo solo el izquierdo activo pues el derecho se atrofia. El izquierdo esta en la region sublumbar del animal, de forma arracimada, siendo un

conglomerado de esferas u ovisacos y dentro de estas se encuentran los folículos y lo que llamamos yema del huevo o célula sexual femenina. El aspecto es anaranjado y presenta gran actividad aunque ciclica. El ovario se conecta a un tubo largo e irregular, que es el oviducto y es un conducto largo y extensible que va a sacar el huevo hasta la cloaca y en el cual encontramos 5 regiones diferentes, todas ellas muy elasticas :

1. Infundibulo o trompa. Encargado de recoger la yema y pasarla a :
2. Camara albugina o albuminogena. Encargada de producir la secrecion de una sustancia proteica que es el albumen o clara, que rodeara a la yema.
3. Istmo. Estrechamiento del tubo, que servira como lugar de union del ovulo con el espermatozoide para la fecundacion, que transfiere glicoproteinas al huevo que le sirven de proteccion en las fases posteriores.
4. Utero o camara calcifera. Tramo ancho y flexuoso donde la yema y el albumen reciben una capa de sustancias minerales, que se llama cascara del huevo.
5. Vagina o porcion final, pero que coincide con la cloaca, teniendo un lugar comun de salida el huevo con el aparato excretor. Esta parte tambien es receptora de los espermatozoides. La fecundacion se produce antes de que la estructura del huevo se forme.

ENDOCRINOLOGIA. HORMONAS. FISIOLOGIA DE LA REPRODUCCION.

El sistema hormonal es un sistema organico formado por una serie de glandulas capaces de segregar sustancias de naturaleza quimica que van a poner en funcionamiento la mayoria de los organos del animal y le van a permitir un desarrollo total. Necesitamos la presencia de importantes elementos para el comportamiento del animal y para la secrecion de células sexuales, como es el sistema hormonal del individuo.

El sistema hormonal se rige por una serie de glandulas hormonales que estan perfectamente coordinadas y que pueden ser influenciadas por ellas mismas o por el sistema nervioso del individuo. El sistema nervioso produce una transmision rapida de las excitaciones

de tal manera que provoca unas respuestas tb rapidas, bajo los condicionantes de la ley del todo o nada (no se reacciona al 25% o al 75%, o no reacciona o reacciona al 100%). Este mecanismo sirve para lograr que el animal se adapte a las condiciones medioambientales de tal manera que pueda continuar su vida en condiciones diferentes. El sistema hormonal, empero, no presenta estas caracteristicas porque su comportamiento es distinto al usar una via de transmision de estímulos mucho mas lenta, que es la sangre. Por tanto desde que la glandula segrega una cantidad de hormona hasta que la hormona llega a la zona de cumplimiento de su funcion, transcurre un tiempo mas o menos largo que permite al animal ir adaptandose a la

nueva situación. Además conforme empieza a llegar esa sustancia al órgano efector, se produce una respuesta progresiva del animal, con lo que podemos decir que la respuesta no sigue la ley del todo o nada y se ve condicionada por la concentración de hormona que recibe. Las hormonas pueden clasificarse químicamente :

- 1) Hormonas polipeptídicas : naturaleza principal de polipeptidos.
- 2) Hormonas esteroides : naturaleza principal a base de esterano.
- 3) Hormonas derivadas de la tirosina : composición principal semejante a la composición química del tiroides.

Aparte de estas hormonas glandulares hay otras hormonas llamadas Tisulares, que son sintetizadas en ciertos tejidos por agrupaciones de células concretas. P.ej. hormonas del tracto gastrointestinal, hormonas vasomotoras y neurohormonas (a distintos niveles del aparato locomotor o de la musculatura lisa). Todas las hormonas orgánicas forman un conjunto que tiene enorme influencia en la regulación metabólica del individuo sobre su crecimiento y desarrollo, sobre su capacidad de adaptación, sobre su comportamiento y sobre la reproducción. En el funcionamiento del sistema hormonal actúa una regulación propia hormonal y una regulación nerviosa, de forma que se consigue un funcionamiento continuado en la secreción de hormonas, existiendo un nivel basal de producción. Este nivel basal está asegurando la supervivencia del individuo, pero puede verse incrementado cuando aumentan las necesidades del animal. Incluso estas producciones hormonales pueden disminuirse mediante mecanismos de autorregulación o de Feed-Back que ante la acumulación excesiva de una hormona da lugar a una respuesta positiva o negativa en la producción de otra con la consecuencia determinada que esto puede tener. En el sistema hormonal nos encontramos una clasificación jerárquica de las glándulas secretoras, de manera que hablamos de un eje directo del sistema que se relaciona con el resto de estructuras glandulares. Este eje es el eje hipotálamo-hipofisis y presenta una gran influencia sobre el sistema nervioso y sobre el sistema hormonal. El hipotálamo está perfectamente acoplado o unido mediante sistemas nerviosos y sanguíneos a las células cerebrales del sistema nervioso vegetativo. De tal manera que ese órgano puede o tiene esa doble naturaleza nerviosa y hormonal. Los estímulos que recibe entonces desde la corteza cerebral, los transmite bien hacia el sistema hormonal (hipofisis) o bien hacia el sistema nervioso vegetativo del animal.

Por tanto una influencia o unos factores medioambientales pueden no solo modificar la actitud nerviosa del animal sino también la actitud hormonal. El hipotálamo presenta la posibilidad de influir sobre la corteza cerebral y sobre el sistema nervioso vegetativo produciéndose un equilibrio en su funcionamiento. La capacidad de regulación de este sistema va a estar influenciada por las características propias de la especie que estamos tratando o las características genéticas del individuo o sus condiciones orgánicas individuales o por los factores medioambientales. Normalmente los fallos que se producen con esta regulación, traen como consecuencia alteraciones en el resto del sistema a todos los niveles y suele ser fallo que se transmite de generación en generación, por lo que es importante seleccionar aquellos animales que no presenten alteraciones, eliminando los que si las tienen y evitando desagradables sorpresas en los nuevos individuos. Pero este hipotálamo está perfectamente acoplado al sistema hormonal porque puede influir y se deja influir por la glándula directora del sistema que es la hipofisis. Esta hipofisis presenta una gran actividad hormonal cuyas sustancias pueden influir directamente sobre los órganos efectores o indirectamente a través de la influencia sobre otras glándulas hormonales. Finalmente estas glándulas hormonales son capaces de regular recíprocamente la acción, tanto del hipotálamo como de la hipofisis.

Hipofisis

Es un órgano pequeño pero con abundante vascularización. Su forma varía con la especie.

- En caballo y vacuno tiene forma de judía.
- En cerdo y oveja la forma es de guisante.

- En el caso del perro tiene forma de lenteja.

La forma, el tamaño y la capacidad de secreción de esta glándula está muy ligada a la edad del animal y a su actividad sexual. Normalmente se hace mayor conforme avanza la edad del animal, hasta el momento de la pubertad o capacidad para producir células sexuales. A partir de aquí es la actividad reproductiva la que condiciona estos parámetros habiendo mayor tamaño y actividad conforme aumenta la actividad reproductiva y produciéndose un deterioro y regresión continuados cuando el animal alcanza la vejez. Estos cambios suelen ser bastante importantes pudiendo encontrar respuestas muy negativas en la reproducción de animales con edad excesiva, por lo que es conveniente eliminarlos de la explotación antes de que puedan tenerlos. Ciertas prácticas de manejo también pueden influenciar el tamaño y la forma de la hipófisis. P.ej. la castración tiene una influencia directa sobre la hipófisis al provocar en ella la aparición de las células de castración, que normalmente bloquean su actividad, al perder muchas de las funciones que tenía. La hipófisis es el órgano regulador del sistema hormonal, se relaciona con el hipotálamo recibiendo de él información estimulante o inhibidora y se divide normalmente en 3 partes que son el lóbulo anterior o Adenohipofisis, lóbulo posterior o Neurohipofisis y lóbulo intermedio, cada uno de los cuales presenta distintas características, tanto en naturaleza como en capacidad de secreción.

1. Lóbulo Anterior o Adenohipofisis.

Es la porción más importante. Tiene una gran actividad y presenta dos tipos de hormonas: Metabólicas y Gonadotropas o Gonadotropinas. Con estos dos grupos, el lóbulo anterior consigue estimular el desarrollo y el crecimiento de los animales, consigue regular su metabolismo y controlar y desarrollar la anatomía y fisiología del aparato reproductor.

Sobre la acción del lóbulo anterior y su funcionamiento, incluyen varios factores que hacen que los niveles de secreción sean más o menos abundantes. Por un lado tenemos la acción del hipotálamo mediante las llamadas hormonas hipotálamicas **RELEASING FACTOR** o **RELEASING HORMONE**, de naturaleza polipeptídica, que tienen una acción excitadora o inhibidora del lóbulo anterior de la hipófisis y normalmente va a permitir con su acción mejorar la capacidad de adaptación del organismo a nivel metabólico y a nivel de temperatura. En segundo lugar está la influencia del sistema nervioso central, influencia que se determina sobre aquellos animales que presentan una sensibilidad a la luz sobre su aparato reproductor. Por lo tanto nos podemos encontrar un incremento de la actividad sexual en aves o en caballos por un incremento del número de horas de luz, un incremento de la actividad sexual en ovejas y cabras por una disminución del número de horas de luz y una paralización por la acción de la secreción del lóbulo por ausencia total de luz continuada. Esta ausencia provocará un efecto similar en la castración. Por último hay factores nutricionales. Si el animal está subalimentado disminuye mucho la síntesis de las hormonas gonadotropas. Si la alimentación es suficiente pero hay carencias nutritivas, entonces la influencia será en aquellos niveles en los que actúa el elemento carencial. Cuando mejoramos la alimentación, la actividad hipofisaria es máxima y es un factor que suele utilizarse para estimular la reproducción, sobre todo en animales jóvenes o en animales que habiendo finalizado el proceso reproductivo, debe volver a entrar en él. Las hormonas que se producen son:

1) Metabólicas:

- Somatotropa o STH. Influye en el desarrollo y crecimiento del animal.
- Adenocorticotropa o ACTH. Influye sobre la corteza de las glándulas adrenales.
- Tirotropa o TSH. Actúa sobre el tiroides

2) Gonadotropinas:

- Prolactina.

- Luteinizante o LH en hembras o ICSH en machos.
- Foliculoestimulante o FSH.

Las metabolicas son las que influyen sobre el metabolismo de los nutrientes del animal.Las gonadotropas influyen en la regulacion de la actividad sexual de los animales.

2. Lobulo intermedio.

Es la porcion hipofisaria de menor tamaño,considerada como nexo de union aunque con cierta actividad y una gran influencia sobre todo a nivel de la pigmentacion de la piel y a

nivel del inicio del comienzo sexual.Da lugar a la produccion de la melanotropa (MSH) que modificara la pigmentacion de la piel.Importante en piel de peces,anfibios y reptiles.Tambien sera responsable del cambio de actitud del hipotalamo con respecto a ciertas hormonas sexuales para poner en funcionamiento el ciclo.Tiene gran dependencia para su secrecion,de las excitaciones luminosas.

3. Lobulo posterior o Neurohipofisis.

Es el elemento productor de Hormonas polipeptidicas y son normalmente dos :

- VASOPRESINA La vasopresina influye en el riñon para la absorcion de agua.
- OXITOCINA.La oxitocina actua a nivel muscular con contracciones ritmicas y concentradas en el aparato genital femenino,puede ayudar en el parto o concentradas en la glandula mamaria,ayuda a la salida de la leche.

Ambas hormonas son octopeptidicas y presentan una accion concreta y determinada sobre organos efectores.

Glandulas hormonales accesorias

Son las influenciadas por la hipofisis,y son el tiroides,paratiroides,pancreas y glandulas renales.

TIROIDES :

Es una glandula que presenta gran actividad al tener una gran influencia sobre el crecimiento y el desarrollo y sobre el metabolismo.Su actividad esta influenciada por la secrecion hipofisaria de Tirotrapa (TSH).Tiene una estructura lobulada y una forma distinta segun la especie.Asi,en bovidos presenta dos lobulos iguales unidos por un istmo inferior que puede o no presentar actividad.En el caballo es una estructura grande pero el lobulo izquierdo es mayor y no hay claro nexo de union.En el perro el lobulo derecho es mas grande y hay un claro nexo de union.En el ovino los dos lobulos son iguales pero irregularmente unidos.En el caso del cerdo hay un lobulo intermedio que fusiona los otros dos.El tamaño del tiroides es variable en funcion de estos factores :

- edad del animal : mayor a mayor edad.
- sexo.
- tipo de especie que tratemos.
- actividad : influye enormemente en el tamaño y asi cuanto mayor es la actividad del tiroides,mayor es el tamaño,dejandose este influir por factores externos o de manejo que inciden directamente sobre su actividad.P.ej. un incremento en la reproduccion del animal da lugar a una mayor actividad tiroidea y a una

mejora en su tamaño. Una buena alimentación y un trabajo intenso también mejoran el tamaño del tiroides. Las condiciones climáticas, sobre todo si son muy adecuadas, aumentan la actividad. Pero la mala alimentación, mucho reposo sexual, ambientes calurosos, ... da lugar, sino a la atrofia, si a un paro del crecimiento del órgano. Si estas características se dieran cuando el animal está en pleno crecimiento es muy probable encontrarnos con un órgano mal desarrollado.

La actividad tiroidea se centra principalmente en la producción hormonal. Da lugar a la secreción de dos tipos de hormonas :

- Tiroxina.
- Tirocalcitonina.

En ambas hormonas vemos una estructura química original, con una composición importante en Iodo. Cuanto mayor es la actividad tiroidea, se produce un mayor crecimiento del órgano (hipertrofia) con gran producción hormonal, y una enorme pérdida de Iodo. Si este Iodo no es restituido entonces nos encontramos con que el tiroides poco a poco va perdiendo su actividad, puesto que no puede formar hormonas. Una carencia de Iodo da lugar a una atrofia tiroidea y a la aparición de la enfermedad del bocio. Esta enfermedad tendrá efectos negativos sobre el crecimiento y desarrollo del animal, sobre su metabolismo y sobre el metabolismo del calcio, que son las funciones de estas hormonas.

PARATIROIDES :

Glandula adyacente al tiroides. Es una glandula que produce una hormona llamada PARATOHORMONA, que presenta una naturaleza polipeptídica y que actúa fundamentalmente sobre el metabolismo del P y del Ca y lo hace a 2 niveles. Por un lado elimina los fosfatos a nivel renal y por otro lado actúa movilizand las reservas de Calcio que hay en el hueso. Tiene una influencia decisiva sobre todo en las hembras que comenzaran la lactación, puesto que la producción de leche exigirá una gran cantidad de Calcio, que no puede ser recibido directamente en la alimentación y debe ser recogida en el hueso. Durante la gestación, el feto ha estado recogiendo Ca y P de los huesos de la madre, bajo la influencia de la paratohormona y es posible que en este mecanismo se produzca un fallo como consecuencia de esta gran actividad en el momento de la lactancia. Si existe este fallo, el animal no podrá comenzar la producción de leche y se verá afectado en su aparato locomotor. Si en la movilización de Calcio del hueso se produce una salida excesiva y se provoca un derrumbamiento del animal dando lugar a una parálisis parcial o total, se soluciona inyectando Calcio intravenoso. Si en el momento del parto no se produce una gran actividad en el Paratiroides, el Ca no se moverá del hueso lo suficiente y la vaca no producirá leche y además se quedará inmovilizada, sufriendo la enfermedad llamada PAREPSIA de la vaca. La solución a estos problemas estriba en un buen manejo de la alimentación durante el último tercio de la gestación de la hembra. Esta alimentación equilibrada, con una gran proporción de alimento de volumen para rumiantes, hará bien al funcionamiento del paratiroides.

PANCREAS :

Órgano de apoyo al aparato digestivo y por lo tanto influye en el metabolismo de nutrientes. Provoca la secreción de INSULINA y GLUCAGON como hormonas reguladoras del nivel de glucosa en la sangre. Son hormonas antagonicas. Segrega jugo pancreático con insulina y glucagon que va hasta el intestino donde es reabsorbido y a través de la sangre realiza su función en el organismo animal. La insulina regula el nivel de glucosa en sangre y el glucagon va hasta el hígado y desdobla las reservas del hepatocito, el glucógeno o glucosa que va a la sangre y otra vez empieza el ciclo de tal manera que el nivel de glucosa en sangre es siempre constante. Si sube la glucosa se produce un funcionamiento negativo en corazón y pulmones y si baja la glucosa se produce la aparición de desmayos y lipotimias.

GLANDULAS ADRENALES :

Nos encontramos 2 niveles de secrecion hormonal :

1) Secrecion a nivel de la CORTEZA ADRENAL.Produce 2 tipos de hormonas :

- Glicocorticoides : Accion a nivel de estimular la neoformacion de glucosa.
- Mineralocorticoides : Accion estimulante de la reabsorcion de iones de Na y Cl a nivel renal,evitando la deshidratacion de los animales.

2) Secrecion a nivel de la MEDULA ADRENAL.Produce 2 tipos de hormonas :

- Adrenalina : Accion de estimulo sobre el desdoblamiento del glucogeno en higado y musculo,activando las contracciones musculares
- Noradrenalina : Presenta una funcion de aumento de la presion sanguinea en los vasos a nivel muscular para activar la llegada de sangre a estos musculos que se encuentran en una gran actividad.

Para nosotros interesa la accion hormonal en la reproduccion,que la veremos a nivel hipotalamico,hipofisario,gonadal y a nivel de secrecion de prostaglandinas.Estos 4 niveles son los verdaderamente influyentes.

Hormonas hipotalamicas,Releasing Factor o Releasing Hormone (RH).

Serán hormonas que controlaran la hipofisis y actúan sobre esta para que produzca gonadotropinas.El control puede ser un doble control estimulo/contraestimulo de produccion de hormonas o puede ser solo un control estimulante de produccion de hormonas.

El camino que siguen las hormonas hipotalamicas hasta llegar a la hipofisis es el siguiente:

*Neuronas hipotalamicas ! Via axoplasmica ! Nucleos paraventriculares ! Circulacion de la vena Porta !
Parenquima hipofisario*

Realiza un doble control (estimulo/contraestimulo) sobre las siguientes hormonas :

- Prolactina
- Somatotropina (STH)
- Melanotropina (MSH)

Realiza una accion estimulante sobre :

- Gonadotropinas.En este caso hay una hormona especifica (GnRH),que sera muy importante al estimular las gonadotropinas.
- TSH.
- ACTH.

Las hormonas hipotalamicas son muy importantes para la estimulacion del sistema reproductivo y tambien se utilizan con fines terapeuticos,pudiendose obtener en el matadero o por via sintetica.El hipotalamo se

relaciona con la hipofisis a través de un vaso sanguíneo llamado Vena PORTA, que forma un tipo de circulación que penetra directamente en el tejido hipofisario. El hipotálamo se ve influenciado por diversos factores que lo regulan a la hora de producir hormonas. Estos factores son en primer lugar estímulos periféricos procedentes del sistema nervioso, en segundo lugar estímulos hormonales procedentes tanto de hormonas hipofisarias como de gonadales y por último estímulos de mediadores químicos como es el caso de la Acetilcolina. Las hormonas gonadales son los Estrógenos y la Progesterona. Las hormonas gonadotropas son hipofisarias y extrahipofisarias.

Hormonas hipofisarias

Para el lóbulo anterior tenemos la FSH, la LH y la Prolactina. Para el lóbulo posterior tenemos a la Oxitocina.

Posteriormente dos tipos de sustancias que tienen una acción similar a la FSH y a la LH,

pero que no son hormonas producidas en la hipofisis. Estas son la PMSG o gonadotropina de yegua gestante y la HCG o gonadotropina de hembra gestante. Las acciones son :

- FSH : Actúa estimulando la producción de células germinales del ovario y va a provocar la maduración folicular, para lo cual se va a ver ayudado por la LH.

- LH : Actúa estimulando la producción de estrógenos o de testosterona (según sea macho o hembra). En el caso de machos, la producción será de testosterona, recibiendo el nombre de ICSH y se produce en las células intersticiales del testículo.

Tanto la FSH como la LH son hormonas del tipo glucoproteínas (poseen galactosa, fructosa o manosa) que presenta dos subunidades y con distinta actividad. La riqueza de la hipofisis en FSH y LH es variable según la especie y dentro de la especie, según la raza y el individuo. Así sabemos que en el caso de la vaca y de la oveja se produce más cantidad de LH que de FSH. En yeguas este fenómeno es a la inversa.

- Prolactina : De naturaleza proteica, produce un estímulo de la formación de la glándula mamaria.

- Oxitocina : De naturaleza peptídica, se produce un efecto positivo por un lado sobre la musculatura uterina que favorecerá la ascensión del espermatozoide y la expulsión del feto y por otro lado sobre la eyección de la leche. La acción en la glándula mamaria se realiza sobre la musculatura, en la que hay unas células que rodean los alveolos glandulares para efectuar una contracción que permitirá la salida de la leche.

Estas hormonas se producen debido a la estimulación que reciben del hipotálamo. Si no hay gonadotropinas no hay crecimiento folicular y no hay producción ovular.

Hormonas extrahipofisarias

Su función es similar a la de las LH y FSH.

PMSG : Es la gonadotropina de suero de yegua gestante. Se produce a nivel de las células endometriales uterinas de la yegua en gestación. La responsabilidad de su formación es del feto y se empieza a detectar a partir del día 36 de gestación, manteniéndose hasta el 120–150 de la misma. Su acción es similar a la de FSH y LH. Parece ser que su aparición es un efecto de reacción alérgica del organismo de la hembra ante la presencia del cuerpo extraño del feto. Se extrae y se utiliza para tratamientos reproductivos en animales domésticos (inseminación artificial, transferencia de embriones o superovulación). Estos tratamientos buscan una producción masiva de células sexuales femeninas o crecimiento multifolicular y se denominan de superovulación. Esta hormona, una vez extraída no tiene una acción larga. Solo mantiene su funcionamiento durante 26 horas. La PMSG presenta además todas las características de las fracciones de cada una de las

hormonas FSH y LH. Es sintetizable en laboratorio.

HCG : La hormona se produce a nivel del COLION o envoltura fetal (en mujer y hembra de primates) y es posible obtenerla al aparecer en la orina de estos individuos durante las primeras fases de la gestación. Presenta la misma acción que la LH, pero no tiene nada que ver con ella en composición química. Se genera en las microvellosidades protoplasmáticas del embrión. También es una hormona utilizable, pero no tanto.

Vasopresina : Tiene naturaleza polipeptídica. Se encarga además de la reproducción, de la reabsorción de agua a nivel renal y también tiene unas funciones relacionadas con el aumento de la presión sanguínea en el momento de la rotura folicular y en el momento del parto.

Hormonas gonádicas

Para las hembras son los estrógenos y la progesterona. Para los machos es la testosterona. Tienen naturaleza esteroide al tener en su composición el núcleo esterano. La presencia de este grupo le confiere características propias. Existe una hormona gonádica que no es esteroide, que es la llamada INHIBINA, la cual se produce a nivel de las células testiculares de SERTOLI y tiene naturaleza proteica. Los esteroides se producen en las gonadas y son los estrógenos, progesterona y testosterona.

1) Estrógenos : La hormona está formada por distintas agrupaciones o subagrupaciones hormonales que reciben distintos nombres. Normalmente el núcleo con la función más efectiva, es el estradiol-beta. Los estrógenos se forman a nivel de las células intersticiales del ovario o del folículo ovarico y de las células teca. Se producen gracias a la acción que la hipófisis realiza sobre el ovario cuando produce LH y FSH. Esta pues condicionada por la secreción hipofisaria y ésta por la secreción hipotalámica. Los estrógenos pueden también elaborarse a nivel de otras regiones, p.ej. a nivel de la glándula suprarrenal, en la placenta de la yegua gestante o a partir de los 4 meses, e incluso a nivel testicular. Su función es muy variada y abarca distintos aspectos de la reproducción del animal :

- Condiciona el instinto sexual de la hembra y tienen marcada acción sobre las manifestaciones sexuales de la hembra en el momento del celo.
- Acción sobre el metabolismo de la hembra favoreciendo las propiedades anabolizantes de esta, dando lugar a las características propias del crecimiento de la hembra (mayor precocidad, mayor engrasamiento y mejor índice de transformación del alimento).
- Acción directa sobre el metabolismo del Ca y del P y por tanto condiciona la formación del hueso y su continuo intercambio de sustancias minerales con el exterior. Esta acción es muy importante sobre todo en la vaca y la cerda e incluso, si no se regula, puede aparecer en estas especies hipocalcemia.
- Influencia en la glándula mamaria, produciendo un estímulo sobre el crecimiento de los conductos galactoforos de la glándula mamaria, ayudando a la prolactina en la formación de los canaliculos.
- Acción reguladora del sistema hormonal del individuo, que consiste en la influencia que los estrógenos tienen sobre el hipotálamo. De tal forma que el nivel de estrógenos en la sangre condiciona la secreción hipotalámica de GnRH. Así si continuamos el eje vemos que el nivel de estrógenos en la sangre condiciona la secreción de estrógenos en el ovario.
- Influencia en el comienzo de la pubertad de los animales y regulación del ciclo sexual femenino.

2) Progesterona : Se produce a nivel de las llamadas células teca del cuerpo lúteo o amarillo. También se puede producir en la placenta de ciertas especies domésticas y en pequeñas cantidades a nivel de la corteza suprarrenal. Sus funciones son :

- establecimiento de la gestacion y su mantenimiento,pues una vez que se producen bloquean la secrecion de gonadotropinas y por tanto de estrogenos y del crecimiento folicular a nivel del ovario.
- accion sobre la mucosa de la matriz (accion endometrial) que estimula su secrecion y ademas produce un efecto de relajacion sobre la musculatura de este organo para que no se produzcan contracciones que puedan originar un rechazo del embrión.
- estimulo sobre el desarrollo final de la glandula mamaria,favoreciendo la perdida de grasa,parenquima,formacion de conductos,etc...
- estimula enormemente el comportamiento maternal de la hembra.

3) Testosterona : Se produce a nivel de las celulas testiculares de LEIDYG.Estas celulas se encuentran en el interior del testiculo,proximas a los tubos seminiferos y tienen gran actividad,actividad que aumenta en la fase reproductiva.Tb se produce a nivel de la corteza suprarrenal.Es una hormona antagonista de los estrogenos.Las funciones son :

- condicionar el comportamiento masculino.
- favorecer la caracterizacion sexual externa del macho.
- favorecer la formacion y el funcionamiento de las glandulas accesorias o anejas sexuales
- intervenir en la formacion del espermatozoide o espermatogenesis.
- intervenir de manera importante en la actividad anabolica.
- hacer una autorregulacion sobre la hipofisis.
- inhibir la accion de los estrogenos.

Transformaciones en el individuo al llegar la pubertad

La pubertad es el momento en el que se produce la interaccion de los distintos sistemas corporales del individuo que se culmina finalmente en la produccion de las celulas sexuales.En la pubertad tiene decisiva importancia el sistema hormonal–reproductivo y el eje hipotalamo–hipofisis–gonada,porque el adecuado funcionamiento de este eje dara lugar a la formacion de las distintas hormonas relacionadas con la reproduccion.

Los mecanismos de condicionamiento o de regulacion son los de Feed–Back y son 3 :

- Mecanismos de regulacion cortos,como el producido entre hipofisis e hipotalamo o gonada con hipofisis.
- Mecanismos de Feed–Back largos,como el producido entre la gonada y el hipotalamo.
- Mecanismos de Feed–Back ultracortos,que se produce p.ej.con el hipotalamo sobre si mismo.

El mecanismo de Feed–Back puede ser positivo o negativo.El negativo es cuando el aumento de una cierta hormona produce automaticamente su disminucion en la produccion.

Hablamos de Feed–Back positivo cuando el aumento de una hormona trae como consecuencia una mayor produccion de esta.

Podemos decir que antes de la pubertad existe en el individuo un mecanismo de Feed-Back positivo a nivel de hormonas estrogénicas, de tal forma que se está produciendo conforme aumenta la edad del individuo, una secreción basal de estrogénicas efectuando una acción positiva sobre el hipotálamo para que produzca GnRH y como consecuencia de la producción de esta hormona, la hipófisis da lugar a la formación de LH y FSH que estimula la secreción ovárica de estrogénicas. Este mecanismo de Feed-Back positivo sobre el hipotálamo, llega un momento en que cambia. De tal forma que se produce una acción contraria a la que se venía ejerciendo, convirtiéndose entonces en el Feed-Back negativo de los estrogénicas de tal forma que cuando el nivel de estrogénicas es desmesurado, el hipotálamo cesa la producción de GnRH, si no hay GnRH, y se produce FSH y LH, y si no hay de estos, no se producen estrogénicas, con lo que la producción desciende y el nivel se estabiliza. El momento del cambio de Feed-Back positivo de la acción de los estrogénicas al Feed-Back negativo, ese momento se considera como el tiempo en el cual el animal entra en la pubertad. Entonces se considera como el momento justo para que comience el funcionamiento del ciclo sexual del animal y de la formación de células sexuales. En ese cambio de actitud del animal influyen varios factores que se deben coordinar para favorecerlo, factores que están relacionados con la genética del animal, con su edad, con su peso, con su tipo de alimentación, con la época de nacimiento, con las condiciones ambientales externas, con su propio sistema hormonal y con la presencia o no de machos en la explotación. Por tanto estos factores deben coordinarse para que aparezca la pubertad. A nivel del ovario, cuando se producen estos cambios, nos encontramos que la hipófisis ha originado una gran cantidad de hormona LH. Esta hormona LH ha actuado sobre el ovario y ha producido la rotura de un folículo que no tenía óvulo, pero sin embargo ha permitido la formación de un pequeño cuerpo lúteo. Este cuerpo lúteo es capaz de segregar progesterona en unas cantidades no muy grandes pero suficientes para detener la formación de gonadotropinas, a nivel hipofisario. Cuando este cuerpo lúteo regresa, cesa la formación de progesterona y como consecuencia, se vuelven a producir gonadotropinas (FSH y LH) a nivel hipofisario que culminan con una gran descarga de LH que rompe el folículo y da lugar a la 1ª ovulación (formación de la célula sexual femenina). Como consecuencia de esto vuelve a formarse el cuerpo lúteo, pero normal y el nivel de progesterona que produce es muy grande. Si no hay fecundación el cuerpo lúteo regresará y seguirá el ciclo anterior, pero en la segunda ovulación nos encontraremos que la hembra va a manifestar los síntomas típicos del celo.

Factores que condicionan la entrada en la pubertad.

1) Factor genético o racial : Existe una gran variabilidad entre las especies para llegar a la pubertad. Incluso dentro de la raza y también a nivel individual hay una gran variabilidad como consecuencia de la genética. Parece ser que el parámetro más importante que condiciona esta pubertad es el de la prolificidad como el número de individuos producidos por parto en la hembra. Esta prolificidad se puede referir a un parto determinado, a un año determinado o en general para toda la raza. Normalmente las razas más prolíficas suelen tener pubertades más tempranas. P.ej. en oveja, la raza Romanov (3 crías) o la raza Finesa, son muy prolíficas y en cambio la raza merina es poco prolífica.

Esta hembra más prolífica tiene pubertades más tempranas, aunque sobre estas pueden influir factores nutritivos y relacionados con la época de nacimiento.

2) Edad y el Peso de los animales : La edad a la que las distintas especies alcanzan la pubertad es la siguiente :

- Yegua : 18 meses.
- Vaca : 12-15 meses.
- Oveja : 7-9 meses.
- Cabra : 5 meses.

– Cerda : 7 meses.

Existe diferencias entre las razas y entre los individuos, sobre todo cuando al factor de la edad se le incrementa con otros factores como el peso, viendo que hay un peso mínimo para alcanzar la pubertad, que es el 60–65% del peso adulto. Las razas de cada sp tienen distinto peso. Los factores externos pueden condicionar la llegada de la pubertad. Si la alimentación, manejo y manipulación son buenos, la edad de la pubertad es más temprana y viceversa. Es conveniente que tratemos que los animales lleguen a la pubertad en la época adecuada. En cierta ocasión se hizo un experimento en el que la raza Manchega y Suffolk de ovejas alcanzaban la pubertad a la misma edad si la alimentación era adecuada, pero con pesos distintos, lo cual se debe a que la raza Suffolk es más pesada.

3) Nutrición : Ciertas prácticas de nutrición, como es la alimentación AD LIBITUM (sin límite de cantidad ni de horario), favorecerá el incremento de peso y la llegada a la pubertad, siempre que la alimentación sea equilibrada en todos sus componentes. Conviene que una vez cumplido los objetivos los animales vuelvan a una regulación de su alimentación, para evitar problemas adicionales como economía o un engrasamiento que pueda ser perjudicial para el sistema hormonal. Por otro lado los animales así alimentados pueden que den celos precoces que tengan problemas a la hora de que el animal se quede gestante. La selección de las razas ha actuado retrasando este momento de la pubertad de tal manera que se pueda conseguir de los animales unos pesos elevados sin que haya un desarrollo adecuado de su pubertad. Los animales dedicados a reproducción de hembras o sementales serán alimentados con mayor hincapié, cuya alimentación será más rica en energía y proteínas y rica en vitaminas y minerales para que tengamos animales perfectamente desarrollados que sean resistentes y no estén ni gordos ni delgados.

4) Época de nacimiento : Sobre todo en las especies cuyo ciclo sexual está condicionado por el fotoperíodo, de tal manera que el número de horas de luz influya en el eje hipotálamo–hipofisis–gonada. Por ejemplo, el ovino está condicionado por el fotoperíodo corto y el equino por el fotoperíodo largo. La oveja favorece la actividad reproductiva en los días del año de menos horas de luz. En equino es al contrario. Cuando esto es así nos encontramos una influencia de la época del año para la llegada a la pubertad. Cuando se reduce la hora de luz en otoño se favorece en las ovejas la reproducción. En equinos será en primavera. La época de nacimiento influye mucho. Si el animal nace en invierno o primavera, se empezará a desarrollar y cuando llegue la época favorable para la reproducción, habrá alcanzado los 7–8–9 meses necesarios para que llegue la pubertad. Pero si nace en verano u otoño, alcanzará la pubertad en la siguiente primavera. También puede ser que el animal, en el momento en el que deba llegar la pubertad, no tiene el peso adecuado, al tener un retraso en el crecimiento. En ese caso se tendrá que esperar otro año hasta que llegue la buena época con el peso adecuado.

5) Secreción de Melanotropina : se produce en la hipofisis intermedia. Esta influenciada por el número de horas de luz del día, con la T^a y con otros estímulos de crecimiento y olfatorios que puedan llegar al animal. Cuando se dan los factores, se produce la hormona que actúa sobre el hipotálamo favoreciendo el cambio de actitud de los estrógenos y favoreciendo la llegada de la pubertad. Es necesario un perfecto desarrollo de la glándula hipofisaria.

6) Temperatura : Esta muy relacionada con el número de horas de luz del día de los cambios estacionales ya que los fotoperíodos cortos se asocian a bajadas de la temperatura y los largos a subidas de las mismas. En estas fases estacionales encontramos muy incrementadas las influencias sobre animales de régimen extensivo por la presencia del alimento en el campo. Influye sobre los factores desencadenantes de los cambios en los pulsos de GnRH hipotálamicos. En los ovinos, los estrógenos pueden producir la parada del ciclo sexual. Las temperaturas muy elevadas pueden secar la vegetación del campo, que se hace menos nutritiva y el animal come menos, teniendo más dificultad para su desarrollo sexual. Las temperaturas frías en exceso tampoco son buenas, pero si mejores que las muy elevadas.

7) Efecto Macho : Es utilizado principalmente en hembras que han alcanzado una edad y peso suficientes, pero que se encuentran en una fase algo desfavorable para la aparición de la pubertad. También es utilizado como

mecanismo desencadenante del celo despues del parto y en definitiva, como un efecto que aumenta el instinto sexual de la hembra y pone en marcha su eje hipotalamo-hipofisis-ovario. Consiste en introducir los machos en los mismos cercados en los que estan las hembras y, al parecer, las hormonas de la piel de los machos o feromonas (feromonas), provoca una estimulacion del eje hipotalamo-hipofisis-ovario, se produce una descarga de LH entre 6 y 30 horas despues de esto, pero no aparece el celo de la hembra hasta 18-25 dias despues. Las feromonas actuan a traves del olfato y un 70-80% de hembras introducidas con machos dan respuestas positivas al tratamiento.

8) Mecanismo Flushing : Sistema de alimentacion que va a favorecer la aparicion del celo o el desarrollo de la pubertad por un aumento del nivel nutricional de las hembras. Durante un mes o mes y medio antes de su funcion con los machos las hembras son mejoradas en su alimentacion de tal forma que su fisiologia endocrina hormonal se prepara de una forma optima para el desencadenamiento del celo o la pubertad. Tiene efectos positivos en animales de regimen extensivo que normalmente tienen niveles minimos de alimentacion.

FISIOLOGIA DEL APARATO REPRODUCTOR DEL MACHO Y LA HEMBRA

Fisiologia del macho y su funcionamiento testicular.

Las funciones del testiculo son varias. Primero tenemos una funcion EXOCRINA tambien llamada espermiogenesis en la que el animal es capaz de producir los espermatozoides a partir de los tubos seminiferos que poseen celulas primitivas diploides que luego daran los espermatozoides. Despues tenemos tambien, la funcion ENDOCRINA o esteroidogenesis, en la que se producen hormonas masculinas de naturaleza esteroide como testosterona y se producen en las celulas de Leydig del interior de las celulas de parenquima testicular.

Funcion exocrina o espermatogenesis.

Partimos de la celula germinal primitiva que estan en el epitelio de los tubos seminiferos y que sufre transformaciones por un proceso de reduccion cromosomica, para conseguir transformarse en espermatozoides haploides. Es un proceso de transformacion que se puede iniciar antes de la pubertad y que aumenta en esta. La celula germinal primitiva es la Espermatogonia de tipo A1 y sufre un aumento de tamaño para convertirse en una Espermatogonia de tipo A2, la cual se divide en dos espermatogonias intermedias, mediante una mitosis. Cada una de estas intermedias, sufre un proceso de mitosis para dar lugar a dos espermatogonias de tipo B1, cada una. Se dividen por mitosis para dar las de tipo B2. Estas tambien se dividen por mitosis en dos celulas, que son los espermatocitos de 1º orden, aun **diploides**. De cada espermatogonia B1 obtenemos 16 espermatocitos de 1º orden, que son las celulas principales para empezar a transformarse en espermatozoides, ya que a partir de una division **meiotica** cada uno da lugar a 2 espermatocitos de 2º orden, ya haploides. El espermatocito de 1º orden tiene 2n cromosomas y el de 2º orden tiene n cromosomas, siendo por tanto **haploide**. Los de 2º orden sufren mitosis para transformarse en espermatozoides. De cada espermatogonia A1 se producen 64 espermatidas. Esto es un numero teorico maximo. Existen una serie de puntos criticos a la hora de producirse este proceso, los cuales son :

- Paso de la Espermatogonia tipo A2 a la Espermatogonia intermedia.
- A nivel de las divisiones reduccionales cromosomicas (meiosis) del espermatocito de 1º al de 2º orden.

Obtendremos asi rendimientos variables entre el 40 y el 64%. La espermatida es una celula redondeada que presenta un Aparato de Golgi definido por el citoplasma, un nucleo bastante grande, un centriolo distal y otro proximal, mitocondrias que proporcionaran una vaina mitocondrial alrededor del flagelo que suministraran energia a la celula y una estructura procedente del aparato de Golgi, que es el ACROSOMA.

Fases de la Espermiogenesis :

Es la transformacion de la celula en espermatozoide.

1. La espermatida se reduce de tamaño,produciendose una diferenciacion de las mitocondrias y el crecimiento de un flagelo o filamento a partir del centriolo distal.Ese filamento sale de la parte que tendria que recubrir el citoplasma.
2. Alargamiento del citoplasma y una casi delineacion mitocondrial en torno a la parte interna del flagelo.
3. Estilizacion de la celula mediante la eliminacion de parte del citoplasma y del aparato de Golgi.Alineamiento del acrosoma con el nucleo,centriolos y flagelos.Alrededor del flagelo se situan las mitocondrias y en la parte final aparece una estructura de fijacion,que es el llamado anillo de Jensen.

Ese proceso se produce lentamente en epitelio seminifero y los espermatozoides van saliendo a la luz del tubo rozandose o desprendiendose de las celulas de Sertoli,las cuales ayudan quitandose las vainas citoplasmaticas que le sobran,en el proceso llamado de espermiacion.Si no conseguimos depurar totalmente los restos,la formacion del espermatozoide sera defectuosa,pudiendo aparecer entonces las gotas citoplasmaticas,que dificultan el paso de los espermatozoides.

Asi,en un momento dado nos podemos encontrar celulas de todos los tipos,pero aquellas celulas que se encuentran en la misma fase y vayan avanzando al unisono forman la onda espermatica que cuando se transforman en espermatozoides,seran los primeros aptos para su utilizacion.Si forzamos la salida continuada de semen obtenemos espermatozoides formados,pero si seguimos forzando,pueden salir en mal estado.Este tiempo dura 8 semanas en el toro y 7 en el molueco.Sin embargo se puede considerar la produccion de espermatozoides como una produccion constante.

Las funciones de las celulas de Sertoli son :

- Sostenimiento del epitelio germinativo.
- Suministro de nutrientes a las celulas espermatógenas y a los propios espermatozoides.
- Eliminacion de restos citoplasmaticos de las espermatidas.

Rendimiento espermatico.

El numero de espermatozoides producidos en un animal por gramo de testiculo y dia es muy elevado.Por ejemplo el molueco produce 50 millones por gramo y dia.Sin embargo no todos son utilizables,por lo que deben eliminarse,para lo cual existen los siguientes procedimientos naturales :

- 1.Los espermatozoides tienen un tiempo de vida y una vez cumplido se deterioran,pierden su estructura,se liman y son fagocitados en las distintas estructuras celulares,normalmente en el epididimo.
- 2.Pueden incluso ser reabsorbidos a nivel del propio tubo seminifero y sus materiales volver a ser utilizados,como nutrientes para el mantenimiento del epitelio.
- 3.Si se produce mas acumulo,pueden ser expulsados a traves de la orina o a traves de emisiones espermaticas espontaneas.El rendimiento espermatico es variable de una especie a otra y esta en funcion de una serie de factores como son :
 - La raza (razas mas calientes o mas frias).
 - El individuo (factores geneticos,endocrinos,...)

–Es directamente proporcional al desarrollo del testículo y al peso corporal del animal.

–Edad (aumenta con la edad,pero cuando va envejeciendo disminuye).

–Manejo : debe ser cuidadoso y respetuoso con el animal y con los tiempos del ciclo espermático.Se debe planificar el régimen sexual (predecir las veces que vamos a utilizar un macho para la reproducción.En los rumiantes hay recogida de espermatozoides dos días a la semana y en cada uno de esos días dos recogidas espaciadas 15 o 20 minutos.

–Ambiental : es muy importante en animales influidos por el fotoperíodo (equinos largo,ovinos corto).En ambos casos las temperaturas elevadas son malas y la humedad elevada tampoco favorece el rendimiento.

–Tipo alimenticio : también se puede relacionar con un factor ambiental ya que varía según la época del año.Suponiendo que la alimentación sea buena,existen una serie de problemas como carencias de elementos minerales o vitaminas o bien exceso de los mismos.También los niveles bajos de proteína o de energía,deterioran la fertilidad y pueden anular la capacidad de reproducción.La buena alimentación mejora la actividad reproductiva.Pero si en el parto los animales están sobrealimentados pueden aparecer problemas por fatigas,...

Las carencias más importantes serían las de :

- Mn : disminuyen la movilidad y el rendimiento espermático.
- Zn : retrasa el crecimiento testicular.
- Vitamina A : afectaría a los epitelios,la germinación del espermatozoide en todas sus fases y problemas con las células de Leydig y con la hipófisis,como quistes hipofisarios.

Los excesos más perjudiciales serían los de :

- Molibdeno : impediría tanto el proceso de espermatogénesis como el de esteroidogénesis y retrasaría el desarrollo de las células de Leydig.
- Cadmio : provocaría una degeneración necrosante del testículo.

Cuando llegamos a la obtención del espermatozoide vemos una estructura de este tipo :

A)–Cabeza : Acrosoma + Núcleo

–Centríolo proximal.

B)–Cuello.

–Parte citoplasmática = pieza intermedia = vaina mitocondrial.En su interior están las mitocondrias.

–Flagelo : 1ª parte más rígida = pieza principal.

Última parte más corta = pieza terminal.

Una vez producidos los espermatozoides,se debe producir el transporte espermático desde el lugar donde se producen hasta el lugar de maduración en el epidídimo.Este transporte se debe a una serie de causas :

1. La continua generación de espermatozoides va generando una presión que empuja a los demás a seguir

adelante.

2. Presion negativa aspirada por la absorcion continuada de agua a distintos niveles del epididimo y debida a las distintas regiones de diametro de los tubos de avance de los espermatozoides.

3. Presiones debidas a movimientos realizados por el animal en su actividad sexual al comprimir el saco escrotal.

4. Las estructuras ciliadas tanto de los conductos como del epididimo pueden hacer avanzar los espermatozoides.

5. El proceso de salida de los espermatozoides o eyaculacion produce una contraccion muscular que se traduce en un avance espermatico.

Los espermatozoides no son capaces de moverse por si mismos,hasta que no llegan a la cola del epididimo.Esto se produce porque estan ya madurados.Existe una accion quimica sobre ellos y porque en esta porcion reciben la influencia de la testosterona.

Maduracion :

Consiste en un cambio fisico y fisiologico que se debe a :

–Cambio de posicion del acrosoma.

–Estabilizacion de la cromatina nuclear.

–Deshidratacion de la celula y cambios en la presion osmotica del espermatozoide.

–Modificacion a nivel de elementos minerales como Na y K.

Aunque los espermatozoides son maduros cuando ya pueden salir del aparato reproductor masculino,necesitan una nueva transformacion para poder fecundar al ovulo.Esta transformacion es el proceso de CAPACITACION espermatica.Se produce en el aparato genital de la hembra,de tal forma que si no se consigue esto,el espermatozoide no puede fecundar al ovulo.

Fases de la CAPACITACION :

1.Eliminacion en el utero de la hembra del factor DECAPITACION que es una sustancia quimica que recubre a la membrana celular a nivel de la cabeza del espermatozoide y se recoge cuando este pase por el epididimo.Realmente es un factor de naturaleza glicoproteica,para proteger la cabeza del espermatozoide de las posibles agresiones del plasma seminal.Su existencia impide la salida de la llamada enzima acrosomica de una forma prematura.Este factor esta favorecido por elementos del plasma seminal de tal manera que si nosotros obtenemos un eyaculado y les quitamos artificialmente ese factor con alguna sustancia glicolipida,vuelve a regenerarse.Esta funcion destructora del factor se produce en el aparato sexual femenino.

2.Preparacion del espermatozoide para fecundar al ovulo o reaccion acrosomica.Para ello,tiene que reponer la membrana celular que protege su cabeza y liberar las enzimas acrosomicas que se van a encargar de ir desdoblado las distintas capas celulares del ovulo.Los enzimas son :

–Hialuronidasa : se encarga de destruir el acido hialuronico (sustancia que cementa las celulas del cumulus oophurus).

–Acrosina : va a atacar a las células que forman la zona pelúcida del óvulo,dejando este al descubierto.Esta acrosina es específica para cada sp animal de tal manera que los espermatozoides de una sp no pueden fecundar los óvulos de otra diferente.

En ese momento de la estructura del espermatozoide,aparece un elemento rígido y membranoso que es el Perforatorio.Se introduce entre la zona pelúcida y va avanzando a medida que las células se van disgregando.Asi el espermatozoide se mueve hasta que se fusiona con el óvulo.

Realmente la primera fase la sufren todos los espermatozoides que llegan al tracto femenino,pero la segunda fase solo se produce en aquellos espermatozoides que llegan al Cumulus Oophorus.Posteriormente,solo uno es capaz de atravesar la zona pelúcida para llegar a fusionarse con el óvulo.El tiempo de capacitación también es variable según la especie :

– Vacuno : muy rápido,menos de 1 hora.

– Ovino : 1,5 horas.

– Porcino : Entre 5 y 6 horas.

En el proceso de capacitación,el espermatozoide pasa desde el útero o vagina hasta la trompa (lugar de la fecundación).La capacitación está regulada por factores hormonales,es decir,que los estrógenos ejercen una acción favorecedora,siendo inhibidora la acción de la progesterona.

Función endocrina,hormonal o esteroidogenesis

El testículo produce testosterona a nivel de las células de Leydig del parénquima testicular.Existe una gran diferencia de la producción testicular de testosterona a la producción de espermatozoides,puesto que esta hormona estimulará el crecimiento del epitelio germinativo y regulará la propia producción de hormonas esteroideas,provocando un feed-back positivo de estimulación hipotalámica,que pondrá en marcha el proceso de secreción hormonal ; las gonadotropinas irán a la hipófisis que producirá LH,la cual activará las células de Leydig y se producirá testosterona.Esto ocurre hasta que la cantidad de testosterona en los vasos sanguíneos es excesiva,momento en que el feed-back se torna a negativo.Las hormonas que participan en la función endocrina se sitúan a todos los niveles del eje glandular-hormonal y son :

–Hipotálamo : FSH-RH , LH-RH

–Hipofisis : FSH , LH y Prolactina.

–Testículo : Testosterona,Estrógenos e Inhibina.

–Epifisis (L.I.H.) : Melatonina y Serotonina.

–Tiroides : Tiroxina.

–Glándulas adrenales : Cortisona y Epinefrina.

Las células de Leydig se estimulan para la producción de testosterona por la llegada de la hormona LH que en el caso del macho también se llama ICSH.

Por otro lado,la hormona FSH segregada por la hipófisis actúa sobre las células de Sertoli para que estas formen una proteína denominada proteína fijadora de andrógenos llamada PLA que va a tener una función propia.Al mismo tiempo las células de Sertoli van a generar un nivel basal de estrógenos.Estas células

presentan tambien una funcion reguladora del nivel de testosterona en el epitelio germinativo,de tal manera que eliminan esta testosterona cuando se acumula en grandes cantidades.

La FSH tambien interviene en la 1ª fase de la produccion de espermatozoides mediante la estimulacion del crecimiento germinativo.Podemos decir que la FSH y la LH favorecen el comienzo de la produccion espermatica y la produccion de testosterona,mientras que la testosterona mantiene todo el ciclo de produccion exocrina.

En la formacion de hormona en el macho hay un fenomeno de regulacion o autorregulacion,similar al de la hembra.Este mecanismo consiste en un Feed-back negativo producido por estrogenos o testosterona sobre el hipotalamo cuando el nivel de este es muy elevado y necesitamos reducir la secrecion de LH.La regulacion de la FSH cuando su nivel es elevado,se produce porque en las celulas de Sertoli,hay una secrecion de Inhibina que actua mediante un mecanismo de feed-back sobre el hipotalamo y la hipofisis para que no se produzca mas FSH.

! Glandulas adrenales :

Producen cortisona y epinifrina que influyen en el funcionamiento y crecimiento del parenquima testicular.Tienen un efecto antagonista.Si la cortisona se produce en exceso,el crecimiento del testiculo es exagerado,al igual que la espermatogenesis.Tambien esta la epinifrina,que mantiene el tono de los espermatozoides y la estructura del tejido testicular,pudiendo encontrarlo en exceso,con lo que ocurren problemas relacionados con la disminucion del numero y movilidad de espermatozoides,habiendo problemas de lesiones en el tejido glandular.Las situaciones de estres afectan negativamente a la reproduccion,al haber un sobreestimulo de las adrenales,produciendose mucha cortisona y epinifrina,lo que provocaria los citados problemas.

! Tiroides :

Produce tiroxina.Se presenta como una glandula muy sensible a su regulacion del funcionamiento testicular,de forma que cualquier fallo en la alimentacion o el manejo,traducido a un hipo o hipertiroidismo,dara lugar a una disminucion en la produccion de espermatozoides y a un descenso de la libido.En el carnero encontramos un efecto de hipotiroidismo si las temperaturas son muy elevadas,por tanto en estas epocas disminuye la capacidad espermatica y es posible regularla o aumentarla con una alimentacion equilibrada,a la cual se le añade una sustancia que es la tirotropa,estimulante del tiroides.

! Lobulo intermedio de la hipofisis (epifisis) :

Produce melatonina y serotonina.La importancia radica en el tiempo inmediatamente anterior a la pubertad y que despues tendrian poco efecto.Antes de la pubertad,tiene efecto a nivel de produccion de gonadotropinas.La prolactina parece ser que actua como una hormona reforzante de la funcion de la LH y por tanto estimula la secrecion de testosterona y por otro lado actua sobre el tejido germinal del tubo seminifero,incrementando la espermatogenesis y el numero de espermatozoides.

Fisiologia de la hembra

Produccion de la celula sexual en la hembra (ovogenesis)

Esta ovogenesis es un fenomeno similar a la espermatogenesis,mediante el cual se consigue en el epitelio germinativo una celula primaria (Ovogonia u ovocito primario) que se transforma en una celula haploide sexual,llamada Ovulo.

La ovogonia,que es una celula tipica,va creciendo y cuando acaba de crecer se transforma en ovocito.Este

ovocito es similar al espermatocito de 1° orden y se mantiene durante un tiempo mas o menos largo en la misma situacion.Cuando el folículo ovarico comienza a crecer,es cuando el ovocito comienza a adquirir un gran tamaño presentando un gran nucleo y un citoplasma rico en sustancias de reserva.En ese momento,cuando el folículo todavia no se ha roto pero es de gran tamaño,el ovocito se divide en uno de 2° orden y en un 1° corpusculo polar.Esta division es meiotica ,de manera que el ovocito de 2° orden es ya haploide.El 1° corpusculo polar presenta la mitad del nucleo,pero no presenta nada de citoplasma,pues este se lo ha llevado el ovocito de 2° orden.Despues el ovocito de 2° orden se divide por mitosis,dando lugar al ovulo maduro y a un 2° corpusculo polar.

En el caso cabra,vaca y oveja,cuando se esta produciendo la ovulacion,es cuando se realiza la division mitotica del ovocito de 2° orden.La separacion fisica de las dos celulas del ovulo maduro y del corpusculo,se produce poco antes de la fecundacion.Los ovulos son celulas grandes,redondeadas,con una gran cantidad de citoplasma muy rico en sustancias de reserva,ya que realmente esta sustancia debe servir para la alimentacion del embrion producida la fecundacion.Los ovocitos estan ya casi formados antes del nacimiento y lo unico que ocurre es un crecimiento progresivo a partir de la pubertad.

La ovulacion se producia al romperse el folículo cuando el nivel de LH era muy elevado.En la superficie del ovario se formaba un cuerpo luteo responsable de la secrecion de progesterona que nos permite un tiempo de reposo en la secrecion de gonadotropinas y en este tiempo el ovulo puede ser fecundado.

Si en la ovogenesis lo importante era la formacion del ovulo y este se produce al romperse el folículo,deberemos saber cuando se rompe el folículo o cual es el momento de la ovulacion en las distintas especies :

- Yegua : 1 o 2 dias antes de terminar los sintomas del celo del animal.
- Oveja : se produce en las primeras 18 o 24 horas despues de haber comenzado los sintomas del celo.
- Cerda : 1.5 o 2 dias tras haber comenzado los sintomas del celo.
- Vaca : 13 a 14 horas despues de haberse iniciado los sintomas del celo.En las novillas (vacas jovenes),este periodo se puede retrasar entre 3 y 4 horas.
- Conejo : la produccion del ovulo no se produce hasta 10–12 horas despues de haberse producido el coito.En el conejo hablamos de una division ovular provocada.

Fases del apareamiento :

Conlleva dos fases determinadas.Por un lado la cubricion y por otro lado la fecundacion.

1) Cubricion :

Encontramos el fenomeno por el cual los espermatozoides son introducidos en el aparato genital de la hembra,mediante el aparato genital masculino o bien mediante tecnicas como la inseminacion artificial.El método natural de cubricion es el coito,y para que se produzca,se necesita en 1° lugar un periodo de preparacion del macho y de la hembra,en el cual hay una estimulacion de uno hacia otro,para conseguir la excitacion sexual que lleva al apareamiento.Para ello hay sensaciones visuales,olfatorias o tactiles que animan a uno y a otro produciendoles un aumento del riego sanguineo en el aparato reproductor,produciendose la ereccion en el macho y el fenomeno de la eyaculacion,mientras que en la hembra se produce un aumento de la secrecion vaginal,dando lugar a abundante tejido mucoso,elastico,acuoso que facilita el acoplamiento.El fenomeno de la ereccion consiste en un aumento de la dureza y de la consistencia del pene,para que pueda entrar a traves de la bulba,al aparato reproductor femenino.Este aumento de dureza se produce por una

modificación en el tejido erectil del pene, como consecuencia de la entrada de una gran cantidad de sangre. Esta sangre permanece acumulada y su presión impide su salida. Por otro lado la uretra tiene una mayor capacidad de movimiento, cerrándose la uretra urinaria y abriéndose el canal uretral con el fin de los conductos eferentes. Los músculos de la raíz peneana adquieren una gran consistencia. La forma que adquiere entonces el pene es típica de la especie. En ciertas especies el aumento de la dureza se complementa con un aumento de la longitud mediante el alargamiento de la flexura sigmoidea. El responsable de transmitir los estímulos en el momento de la erección, es el nervio PUDENDO, y la erección dependerá de la actuación hormonal de la testosterona, pues esta hormona aumenta la sensibilidad a los estímulos extraños. Una vez que tenemos el aparato copulador en el aparato genital femenino, se produce la eyaculación (emisión a presión y con movimientos de sacudida o convulsivos de los espermatozoides producidos en el testículo más las secreciones de las glándulas anejas, lo que se llama semen). Normalmente salen todos los espermatozoides que había acumulados en el animal, hasta aproximadamente la mitad de los conductos deferentes. La musculatura de la raíz peneana ayuda a producir las contracciones necesarias para que el semen avance, por lo que sale en forma de sacudidas. Una vez producida la salida, el aparato copulador se relaja, la sangre retorna y la erección desaparece. En el éxito de la eyaculación hay una serie de factores que pueden influir, pero principalmente es la Tª vaginal y la presión las que más influyen para que se produzca bien la eyaculación. En el toro la Tª vaginal debe ser algo mayor que en el pene. En el caballo y cerdo es mucho más importante la presión. La eyaculación es rápida en el caso de los rumiantes y sin embargo es muy larga en el caso del berraco. En caballo y cerdo es uterina y en rumiantes es vaginal. Puede producirse de forma natural o artificial mediante la masturbación que consiste en la provocación de la eyaculación, sin coito. Para ello hay técnicas.

Además el animal, puede verse influenciado en la eyaculación por ciertos factores, dando lugar a unos reflejos inhibidores de esta, los cuales son :

1. Aparición de personas o animales extraños, en el momento en que se vaya a producir, habiendo una pérdida de concentración.
2. Fallos en el aparato reproductor de la hembra (tamaño, presión, temperatura) o bien si lo recogemos artificialmente, pues lo mismo.
3. Posibles trastornos orgánicos del animal, como por ejemplo que sienta dolor en el momento del salto, cojera, lesión muscular, heridas o un problema en el aparato reproductor, como las adherencias prepuciales.
4. Trastornos neuronales u hormonales que provoquen descoordinación o falta de sensibilidad en ese momento. Si no tiene suficiente testosterona, no se estimula lo suficiente.
5. Que el animal haya estado enfermo, mal alimentado o enfermo sin ninguna sintomatología definida.

Una vez conseguida la eyaculación, el espermatozoide debe librar una batalla con todos los demás y una carrera hasta la fecundación del óvulo. En ese fenómeno, que consiste en la fusión del espermatozoide y del óvulo y la fusión de sus elementos nucleares y citoplasmáticos, para dar una célula diploide, existen 3 fases importantes : una primera de ascensión espermática o transporte del esperma, una segunda que sería la de descenso ovular o emigración del huevo y una tercera que sería la fecundación propiamente dicha.

2) Fecundación :

A- Fase de ascensión del espermatozoide : El espermatozoide es depositado en las inmediaciones del cuello uterino para inseminaciones vaginales, o dentro del útero, para inseminaciones uterinas. A partir de aquí empieza una fusión rápida. El tiempo de ascensión es diferente según la especie. En oveja y cerdo son 8 horas. En vaca son 5-6 horas. La ascensión se produce por diversos motivos :

- contracciones uterinas, que comienzan en el proceso del coito y continúan después como reacción a los cuerpos extraños del espermatozoide.
- secreción mucosa del útero que permite un medio de fácil movimiento al espermatozoide, que se mueve en masa e individualmente también.
- cilios.
- el propio movimiento o flujo del eyaculado.

El tiempo que usa el espermatozoide en ascender deberá ser lo más rápido posible, pues el espermatozoide tiene un tiempo de vida determinado y este tiempo es variable según su propia capacidad de movimiento y de su fertilidad.

El hecho de que el espermatozoide se mueva, no quiere decir que sea fértil. Hay una diferencia entre capacidad de fecundación y capacidad de movimiento. Se considera que aproximadamente el tiempo de fertilidad del espermatozoide es la mitad de su tiempo de movimiento. En la oveja, el tiempo de movimiento son dos días y en la vaca cuatro. Realmente la capacidad de movimiento está condicionada por el nivel de excitación que haya sufrido la entrada. Si la excitación fue muy grande, la contracción será mucho mayor y se facilitará la ascensión. El número de espermatozoides que llega a la zona de fertilización es muy escaso en comparación con el número de los que entran. El espermatozoide pasa del cuerpo del útero al cuerno correspondiente de la ovulación, ascendiendo el cuerno y la trompa hasta llegar al lugar de fecundación.

B- Descenso ovular o emigración del huevo : El momento en el que se rompe con el folículo, se libera la materia que hay en su interior (masa gelatinosa, líquido folicular, restos sanguíneos y el óvulo). Este óvulo es recogido por la trompa y cae con un movimiento de gravedad y la fuerza de expulsión y después se mueve por la contracción de los músculos de la trompa y por los movimientos de los cilios del tubo. La velocidad del movimiento dependerá de una serie de factores :

- duración de la gestación : así es más rápido cuando la duración de la gestación es más corta.
- de la longitud y calibre del tubo o estructura del aparato genital femenino.
- equilibrio hormonal entre los estrógenos y la progesterona. Normalmente los estrógenos aumentan la velocidad y la progesterona la disminuye y si hay desequilibrio podemos encontrar esterilidad, ya que si los estrógenos son más numerosos que la progesterona, el óvulo llegará muy pronto al lugar de la fecundación, no habrá espermatozoides y cuando estos lleguen, el óvulo se habrá deteriorado. Si es al revés, el óvulo se moverá lentamente y cuando llegue, encontrará degenerados a los espermatozoides.

Esto quiere decir que el óvulo tiene un tiempo determinado de vigencia, más elevado en rumiantes que en cerdos, aunque nunca es más de 4 días. De esos 4 días, aunque el óvulo esté allí, solamente es fértil un número muy reducido de horas (en oveja es 1 día y en vaca 6-12 horas). A veces es posible que el óvulo presente anomalías funcionales, o bien a la hora de llegar a la fecundación, y que esto traiga consigo un deterioro excesivo de su estructura, de forma que pueda ser abordado por una gran cantidad de espermatozoides y todos lo traten de fecundar. Esto se llama POLISPERMIA y normalmente el embrión que se produce es anormal y regresa al poco tiempo.

C- Fecundación propiamente dicha : Es importante que el espermatozoide haya sufrido un proceso de adaptación, con lo que atravesará la zona pelúcida y llegará hasta la membrana hasta fusionarse. El encuentro se produce en la Ampolla Tubarica que se sitúa al final de los cuernos uterinos y comienzo de las trompas. Es conveniente que el espermatozoide esté antes que el óvulo en ese lugar. Allí el espermatozoide va destruyendo el ácido hialurónico y llega a la zona pelúcida donde existe un receptor específico de cada especie de tal forma que solo deja aproximarse a los espermatozoides que procedan de una especie similar a la de la hembra. La fase más importante es la fusión de los núcleos, que se produce cuando el perforado se rompe y se libera el material cromatídico del núcleo del espermatozoide y se fusionan los citoplasmas, uniéndose los nucleolos y se forma el cigoto diploide unicelular que es la célula más grande del organismo y comienza un proceso de descenso hacia la cavidad uterina y durante este descenso, ya empieza a sufrir transformaciones para dar lugar

al desarrollo embrionario. Este desarrollo culminara con la formacion del embrion, la formacion de la placenta y la formacion del feto. Esta fase del desarrollo embrionario, hasta el momento del parto, es la fase de gestacion.

Desarrollo embrionario

Se produce en dos fases sucesivas :

1. Fase de segmentacion.

La segmentacion consiste en la division mitotica del cigoto, de una forma progresiva, dando en 1º lugar dos celulas llamadas BLASTOMEROS, que tienen tamaño similar. A partir de los blastomeros, cada uno de ellos sufre mitosis, que daran sucesivamente 2, 4, 6, 8, ... celulas que seran iguales, pero cada vez mas pequeñas, al no crecer el cigoto primitivo. Cuando llega a 16-32, esta en la fase de MORULA. A partir de este momento se acaba la fase de segmentacion.

2. Fase de formacion del BLASTOCISTO y EMBRIOGENESIS.

Luego se produce una transformacion en la morula dando lugar a una cavidad interna central, convirtiendose en una esfera llena de liquido. En ese momento recibe el nombre de blastocisto y la cavidad se llama BLASTOCELE. En este blastocisto hay una serie de capas de celulas que empieza a formarse y diferenciarse. Las externas daran la envoltura embrionaria y las internas que daran lugar al embrion. El blastocisto sigue creciendo y adquiere una forma de riñon o judia, de forma que desarrolla una serie de capas celulares en el fenomeno llamado gastrulacion y en ese momento se transforma en GASTRULA, la cual presenta 3 capas de celulas diferentes : Ectodermo, Mesodermo y Endodermo.

Estas capas seran las responsables del desarrollo de los distintos organos y tejidos del animal. Una vez producido esto, el embrion esta ya bastante cercano al cuerno del utero y debe implantarse en la mucosa uterina. Este proceso se llama de NIDACION y es el proceso mas critico para el desarrollo embrionario. En cerdo puede producirse hasta un 30-40% de mortalidad embrionaria en esa fase. El tiempo de implantacion es variable con la especie y es mas tardio cuanto mayor es la longitud de la gestacion.

Placentacion

Hay unos factores que influyen sobre el exito de la implantacion como son los factores de manejo que puede provocar estres, factores de tipo nutritivo como consecuencia de alguna carencia, golpes, accidentes, peleas, transportes, fallos hormonales, ...

El proceso de la nidacion lleva consigo el desarrollo de unas estructuras que permiten no solo la fijacion del embrion al utero materno, sino tambien el intercambio nutritivo entre el feto y la madre. El fenomeno de desarrollo de estas estructuras, es el llamado de Placentacion y la estructura que se desarrolla, se llama placenta. Al implantarse el embrion en la mucosa, de las celulas externas del blastocisto se desarrolla una capa celular llamada CORION, a partir del cual se unen la circulacion sanguinea materna con la del feto produciendose el desarrollo de la placenta.

Tipos de placentas

La placenta es variable con la especie y las podemos clasificar en funcion del grado de destruccion del endometrio que realicen a la hora de formarse. Segun esto hay 4 tipos de placentas :

1. Placenta epiteliocorial : Tipica de cerda, yegua y vaca. Presenta muy poca destruccion del endometrio y simplemente las vellosidades coriales del embrion se introducen en el epitelio uterino y no en toda su superficie sino en areas localizadas, dando lugar a la formacion de unas almohadillas o cotiledones, que se

adhieren al epitelio uterino como ventosas.

2. Placenta endoteliocorial : Tipica de carnivoros.En esta si hay gran destruccion del epitelio uterino,porque las vellosidades coriales llegan hasta el endotelio de los vasos de la mucosa.En tonces existe una gran relacion de la sangre del feto y la de la madre.En el momento del parto se libera mucha mucosa uterina.Se dice que no es una placenta completa al no haber puntos de union.

3. Placenta sinademocorial : Tipica de oveja y cabra es cosiderada una variante de la epiteliocorial.Se diferencia en que la destruccion del epitelio uterino es mayor,la placenta es mas evolucionada y las carunculas aunque existen no estan muy marcadas y se denominan en las ovejas Escudillos y en la cabra Relieves escoidales.

4. Placenta hemocorial : Tipica de primates y roedores,en la que se produce una amplia destruccion de las mucosas del utero,apareciendo los vasos sanguineos de este y el corio,al parecer aparece introducida en las lagunas sanguineas,que permiten el riego por flotacion del embrion.

En el parto tambien se produce arrastramiento de la mucosa uterina.La placenta entonces una vez que se forma,adquiere un gran papel en la gestacion y es la responsable de su mantenimiento.

Funciones de la placenta

1) Funcion trofica :

En esta funcion nos encontramos que la placenta favorece un intercambio nutritivo entre feto y madre,presentando funcion de metabolismo y sintesis muy grandes.Permite el paso al feto de elementos nutritivos para que este produzca sus propias celulas y tejidos.Principalmente admite el paso de la madre al feto de las siguientes sustancias :

- Proteinas que deben ser de bajo peso molecular y de aminoacidos.
- Determinados Hidratos de Carbono,como monosacaridos del tipo glucosa y fructosa,e incluso la glucosa,la placenta la transforma en fructosa,viendo que la sangre fetal es mas rica en fructosa que en glucosa.Este fenomeno cambia cuando el animal nace.
- Determinados Elementos Minerales de una forma muy selectiva,siendo muy importante el paso del Calcio para la formacion del hueso.Se estima que la sangre fetal posee mas o menos entre 1-2% mas de Calcio que la sangre materna.
- Oxigeno a la sangre del feto para que se produzca la respiracion celular.

Por otra parte tambien hay intercambio desde el feto a la madre :

- Metabolitos formados en el feto,a consecuencia del aprovechamiento de los nutrientes.
- Acido urico,que por via sanguinea a materna es eliminada por la orina de la madre.
- CO₂ formado en las celulas del feto a causa de la respiracion.

Un trastorno en el intercambio nutritivo,da lugar a problemas de desarrollo fetal : primero sera retraso en el crecimiento,despues sera malformacion y puede terminar en la muerte del feto.

2) Funcion sanitaria o protectora :

Esta funcion es muy fuerte,a todos los niveles de evaluacion sobre la supervivencia fetal,es decir,la madre hara todo lo posible para que el embrion llegue a buen puerto,aunque la eficacia es variable con la especie.

– En un primer momento las estructuras fetales se llenan de liquido y amortiguan los golpes que pudiera sufrir

la hembra.

- Impide el paso de posibles sustancias toxicas que puedan llegar en la alimentacion de la madre,aunque algunas veces el grado de defensa dependera del de intoxicacion.
- Actua de barrera protectora contra los germen,principalmente bacterias y algunos virus,porque existen formas de microorganismos que salvan esta barrera sin problemas.Cuando esto ocurre,el feto se ve invadido por las colonias de germen que realizan su funcion metabolica en las celulas del feto,las destruye,elimina sustancias toxicas y como consecuencia podemos encontrar retrasos en el crecimiento del animal,malformaciones en alguna parte de su organismo,con taras de algun tipo e incluso con la muerte del animal.Si el animal muere,debe salir inmediatamente de la cavidad materna,produciendose el aborto.Incluso la infectacion del feto puede pasar al aparato reproductor de la hembra y tener esta complicaciones posteriores al aborto,que pueden traducirse en esterilidad del animal.Los microorganismos que pueden traspasar la placenta son :

En vacuno : Brucelas (Brucelosis),Tuberculosis,Listeriosis y Vibriosis.

En ovino : Idem,excepto tuberculosis y añadiendo Abortos Viricos.

En porcino : Listeriosis,Brucelosis.

3) Funcion hormonal :

Es muy fuerte al tener la placenta un alto indice metabolico,dando lugar a la secrecion de estrogenos y de progesterona,la cual bloquea el eje hipotalamo-hipofisis-ovario,que a su vez bloquea el crecimiento folicular,aunque en un primer momento y durante las primeras fases de la gestacion,las secreciones hormonales son muy bajas,pues las secreciones mas importantes son las del cuerpo luteo.La secrecion de progesterona aumenta conforme avanza la gestacion y disminuye hacia el final de la misma.En el caso de estrogenos,el nivel es constante,desde aproximadamente la cuarta 4ª semana hasta la 8ª de gestacion,en funcion de la especie y comienza a aumentar hacia el final de la gestacion,para que se pueda dar el parto.

Gestacion

Es el periodo de tiempo que transcurre desde que se produce la fecundacion del ovulo hasta que el animal nace.Este periodo es variable con la especie y su duracion depende de los siguientes factores :

- 1) Tamaño de la especie.Asi las especies mas grandes tienen gestaciones mas largas.
- 2) Longevidad de las especies.Las especies mas longevas tienen gestaciones mas largas.
- 3) Numero de crías por parto.Las especies mas prolificas,tienen gestaciones mas cortas.
- 4) Grado de domesticacion de los animales.En los mas domesticos la duracion de la gestacion es menor.

La duracion de la gestacion se estima para las siguientes especies en :

- YEGUA : entre 335 y 337 dias (unos 11 meses).
- VACA : entre 270-280 dias (unos 9 meses).
- CABRA y OVEJA : entre 144-157 dias (unos 5 meses).
- CERDA : entre 110-118 dias (unos 4 meses ; exactamente 3 meses,3 semanas y 3 dias).

Estas variaciones se deben a que no todas las razas,dentro de la especie,tienen la misma duracion de

gestacion, variacion que se produce tambien en cada individuo dentro de la misma raza. El tamaño del feto, es variable a lo largo de la gestacion, produciendose el mayor aumento de tamaño en el ultimo tercio de la gestacion. Es decir, cuando el animal tiene ya formado todos sus organos y comienza a desarrollarse. La gestacion, produce un cambio enorme en la madre, ya que se debe transformar a todos sus niveles organicos, a nivel reproductivo, metabolico, ... Podemos establecer que la hembra gestante puede llegar a incrementar su peso en un 15-20%. Esto significa que las restantes estructuras organicas, deben desarrollarse para aguantar este nuevo estado del animal. Nosotros deberemos ayudar al animal para que esto lo realice mas facilmente. Esto se hace con un buen manejo, con una buena alimentacion, estimulandole para que haga ejercicio (que le sera muy útil para el momento del parto), ... Las transformaciones de la hembra en un principio son poco valorables externamente.

Entre los cambios producidos en esta 1ª mitad de la gestacion, podemos citar :

- Agrandamiento del aparato genital.
- Formacion de un tapon en el cuello uterino.
- Cambios en la estructura de la glandula mamaria.
- Aumento del metabolismo de la madre , produciendose una gran cantidad de calor y mejorando el aprovechamiento de los alimentos.
- Progresivo aumento de peso.
- Hipertrofiamiento de las fibras musculares uterinas.

En la 2ª mitad de la gestacion empezamos a observar cambios mas visibles :

- Aumento de volumen del animal, al tener una mayor avidez por el alimento.
- Aumento del volumen cardiaco en un 20-30%.
- Aumento de la capacidad formadora de globulos rojos en la medula osea (para abastecer de oxigeno al feto).
- Mayor metabolismo de P y Ca, para poder realizar la formacion del esqueleto del feto.
- Incremento en las necesidades de vitaminas, sobre todo A y D.
- Aumento de la actividad del tiroides, el cual incorpora Iodo al feto a traves de la tiroxina para evitar que el feto tenga bocio.

Mecanismo del Parto

Una vez que tenemos la gestacion como tal, deberemos conocer como ese feto puede salir al exterior. Esto se hace con el mecanismo del parto. El mecanismo del parto es el proceso fisiologico mediante el cual la madre y el feto coordinan su actividad para que esta salga al exterior en el fenomeno que llamamos nacimiento. En el momento de ese parto, el feto se encuentra en la cavidad abdominal y debe acceder a la cavidad pelviana y salir al exterior por la bulba. La forma o situacion del feto dentro de la cavidad pelviana puede ser diferente y esto dara distintos tipos de partos. La forma mas sencilla es la presentacion anterior del feto (cabeza por delante).

y patas por detras). Tambien podemos encontrarnos una posicion anterior,pero en posicion dorsal(invertido). Tambien nos lo podemos encontrar con las patas por delante y tambien en posicion transversal.

En el parto encontramos una importante influencia hormonal. Esta influencia procede tanto de la hembra (aumento de progesterona y disminucion de estrogenos) como del feto, el cual produce oxitocina que ayuda a las contracciones de la musculatura uterina. Hay una teoria que habla de que el comienzo del parto se debe a una estimulacion por parte del feto sobre el sistema hormonal de la madre para que esta comience el parto. Asimismo, cuando comienza este mecanismo, actua la hormona PGF2alfa, que retirara los restos del cuerpo luteo que queden produciendo secreciones, consiguiendo que el ovario quede libre para despues de la lactacion comenzar un nuevo ciclo sexual.

El comienzo de las contracciones uterinas estimula mas al feto, que aumenta su produccion de oxitocina. En este momento, la disminucion de la cantidad de progesterona y el aumento de estrogenos, provoca una respuesta positiva a nivel hipofisario de la madre para generar mas oxitocina y para que se produzca la formacion de la prostaglandina F2alfa, responsable de la eliminacion del cuerpo luteo y de produccion de progesterona, teniendo tambien efectos positivos sobre las contracciones uterinas.

Fases del parto :

1) Fase de preparacion : La hembra modifica su estabilidad fisiologica para dar salida al feto. Encontramos un tracto genital muy congestionado, cosa que vemos a nivel bulbar y a nivel de la glandula mamaria. Vemos un aspecto liquido, seroso, sonrosado e incluso con secrecion de moco a nivel bulbar. Observamos que los animales presentan la relajacion de los ligamentos sacroisquiaticos, dando lugar a la grupa derribada, produciendo un aumento en el conducto pelviano y por tanto un mayor espacio para que el feto pueda salir. Al mismo tiempo, la vaca cambia sus habitos de manera que deja de comer, esta nerviosa, no se relaciona y trata de buscar un sitio aislado para parir.

2) Fase de dilatacion : Hay un aumento del tamaño de los conductos genitales que favorecera el movimiento del feto a traves de ellos. Para que exista dilatacion del conducto debe haber comenzado las contracciones del aparato genital, pero conforme va avanzando el tiempo, las contracciones se trasladan a las partes mas externas del aparato genital, llevando un sentido de dentro afuera. Estas contracciones tienen un ritmo variable en la fase de dilatacion. En un principio, las contracciones son poco frecuentes (15–20 por minuto) y despues se acortan llegando a 5 minutos. En el caso de especies multiparas, la distribucion fetal esta en ambos cuernos del utero y las contracciones no solo son ritmicas sino que tambien son alternas. Las contracciones producen golpes en el feto, pero el liquido amniotico las amortigua.

Cuando el feto avanza a la vagina y atraviesa el cuello del utero, lo primero que se produce es el intento de salida de las bolsas fetales, que producen una rotura por aplastamiento.

Sale el liquido y podemos decir que en este momento acaba la fase de dilatacion, entrando en la fase de expulsion. Esta fase de dilatacion tiene una duracion variable con la especie. Para la vaca son 4–8 horas y para yeguas de 2 a 12 horas. En especies multiparas depende del numero de fetos.

3) Fase de expulsion : Salida del feto y de envolturas fetales y placentarias formadas. Presenta una contraccion casi continuada del aparato reproductor y una gran influencia de la musculatura abdominal de la hembra. Suponiendo que todo se de adecuadamente, el feto saldra sin problemas en un tiempo variable segun la especie, que puede ser de 2 a 3 horas en la vaca, de 5 a 30 minutos en la yegua y de 2 a 24 horas en el cerdo (en funcion del numero de fetos). La fase de expulsion acaba cuando sale el feto y se rompe el cordon umbilical. Pero ademas, el animal debe expulsar la placenta. Esta placenta, saldra sola o acompañada de las envolturas, constituyendo las secundinas, formadas por tejido facilmente atravesable por los microorganismos, por lo que se recomienda recoger los restos y quemarlos. El proceso de expulsion de las

secundinas es variable pero debemos vigilar al animal para que se produzca, pues si no produce, se pudrirá dentro del útero y ello provocará una infección que puede transformarse en Septicemia más o menos grave que originará infertilidad temporal o duradera en la hembra. La expulsión de las secundinas, tarda 4–5 horas en la vaca y en la cerda salen junto con el feto.

Hay unos partos llamados distócicos que necesitan la actuación de una persona que coloque al animal para salir metiendo su mano dentro. Estas hembras que dan problemas en el parto se quitan de la explotación, ya que es un carácter hereditario.

Finalmente, una vez producido el parto, hay un cambio hormonal para la preparación de la glándula mamaria que nos proporcionará la leche para alimentar al feto. Así, se produce prolactina al activarse el lóbulo posterior de la hipófisis que va a actuar sobre la glándula mamaria que la hace sensible a la oxitocina, produciéndose la salida de leche.

Cuando se produce este cambio hormonal el eje hipotálamo–hipófisis–ovario sigue bloqueado y no hay crecimiento folicular ni producción de ovulos. Durante el amamantamiento el útero regresa a su posición normal y se prepara para una nueva gestación. Hay un mes y medio de recuperación después del parto.

Cuando el parto se produce, el útero está liberado y comienza una fase de readaptación a su nuevo estado, habiendo una disminución del tamaño y una recuperación para llegar al estado anterior a la fecundación que le permitirá volver a comenzar el ciclo. Cuando termina este proceso, la progesterona disminuye y aumenta la actividad de la hipófisis para segregar por un lado prolactina y por otro oxitocina, ambas responsables del comienzo de la secreción láctea y de su mantenimiento. La secreción láctea es el fenómeno por el que la glándula mamaria de la hembra origina una sustancia que sirve de nutriente para el desarrollo y crecimiento del nuevo ser.

ANATOMIA Y FISIOLOGIA DE LA GLANDULA MAMARIA

La glándula mamaria es una glándula sudorípara modificada importante como accesoria para la reproducción y propia de mamíferos. Presenta una vinculación enorme, tanto en formación como en desarrollo, tanto al sistema hormonal como al nervioso. Esta condicionada en su actividad por un enorme riego sanguíneo.

El riego sanguíneo de la glándula mamaria procede de la aorta abdominal y de la vena cava en sus ramificaciones ilíacas y pudendas; este riego sanguíneo sale de la mama a través de la vena abdominal subcutánea que se denomina vena de leche.

En los primeros estadios embrionarios, empieza a producirse la modificación de una glándula sudorípara, dando lugar a las Crestas Mamarias, las cuales pueden ir modificándose en mayor o menor grado, según la estimulación que reciba de las hormonas sexuales. En el caso de la hembra, las hormonas sexuales favorecen el inicio de la formación de los conductos, aunque muy lentamente, hasta que el animal llega a la pubertad hay un incremento del volumen de la glándula mamaria, tanto por el acumulo de grasa como por la formación de un mayor número de conductos bajo la acción de los estrógenos. En ese momento de la pubertad, la glándula mamaria del macho no se desarrolla y estas quedan rudimentarias. El desarrollo completo de la glándula se produce durante la 1ª gestación y culmina tras el parto. Ocurre gracias a la acción del sistema hormonal, de forma que los estrógenos mejoran el sistema de conductos y lo sanifican y la progesterona rechaza el tejido graso y va uniendo y formando células glandulares, dando lugar a los ACINIS Glandulares, responsables de la formación, en su célula, de la leche. Estos Acinis Glandulares cambian el tejido graso por conectivo de otro tipo, rico en vasos sanguíneos. Al mismo tiempo se diferencian unas células mioepiteliales con capacidad de contracción, que va a permitir la salida de la leche por su propia acción física de contraerse sobre los Acinis. Tras el parto, encontramos la modificación hormonal responsable de iniciar la secreción de leche mediante la acción de Prolactina y Oxitocina, pero también con importancia esencial de hormonas metabólicas del lóbulo anterior de la hipófisis. Una vez que todos estos mecanismos se han aunado

en la glandula, comienza la secrecion de leche y su expulsion. Ademas la glandula presenta una estructura tipica.

La glandula mamaria posee una situacion inguinal en vaca, cabra, oveja y yegua.

En el cerdo y carnivoros presentan una situacion externo-abdominal.

La produccion lactea se origina en las celulas glandulares de la mama, las cuales deben tener transformaciones debidas al fuerte metabolismo que tienen. Tienen muchas vacuolas, aparato de Golgi y la presencia de multitud de enzimas sintetizadores de grasa o lactosa, ayudado todo por los elementos que llegan a estas celulas a traves del riego sanguineo.

Estructura anatomica de la glandula mamaria en la vaca

En ella vemos dos glandulas mamarias (derecha e izquierda) y cada una de ellas se divide a su vez en dos partes, dando lugar a 4 partes que se llaman cuarterones y que cada uno de ellos tiene una salida propia y que se presentan independientes. La glandula adquiere un gran desarrollo, que es tanto mayor cuanto mayor sea la actividad lechera de la raza y cuanto mas proximo este el momento del ordeño. La secrecion de leche es continua y se va acumulando, aumentando el volumen. Externamente tiene una piel fina, suave, recubierta de pelos muy finos que no llegan a situarse en el pezon. Esta estructura se fija en la posicion inguinal del animal mediante un sistema de ligamentos que constituyen el aparato suspensorio, importantisimo para preservar el buen estado de la glandula y soportar el enorme peso que puede llegar a recibir. Este aparato suspensorio tiene 2 partes o ligamentos :

– *Ligamento suspensorio medial* : Procede desde la musculatura abdominal y pasa entre las dos mitades de la glandula mamaria o ubre, dividiendola y terminando en el surco intermedio. Es el mas importante al actuar como una especie de bolsa.

– *Ligamento suspensorio lateral* : De tejido fibroso, poco elastico. Baja desde la pelvis, rodea la glandula lateralmente y se va a unir con el medial en el punto intermedio.

Ambos ligamentos dan lugar a derivaciones o laminas o Septos y de tejido conectivo que penetran en el parenquima de la glandula y refuerzan la estructura. El medial tiene mas características elasticas que el lateral. En el interior de la glandula hay un tejido parenquimatoso, lleno de conductos y de formaciones glandulares, responsables de la formacion de la leche. Estos conductos parten de la unidad fundamental de la glandula mamaria, que es el ALVEOLO mamario, los cuales se agrupan en racimos para formar el LOBULILLO, y estos lobulillos se unen entre si para dar lugar a otro grupo mayor que es el LOBULO. Los alveolos se unen entre si por conductos. Despues hay conductos entre lobulillos y despues estan los conductos interlobulares, los cuales vierten la leche, con un sistema de conductos, hasta la llamada Cisterna de la Glandula que es un especio colector, anterior a la estructura del pezon o tetilla. Despues, la cisterna de la glandula se une a la cisterna del pezon, siendo esta el ultimo establecimiento antes de salir al exterior, el cual esta taponado por un sistema de pliegues y celulas formando la denominada Roseta de Fürstenberg y acabando en un esfinter.

La glandula presenta un gran sistema circulatorio (para producir 1 litro de leche, hacen falta el paso de 500 litros de sangre). El elemento circulatorio fundamental es el venoso, pues a partir de las venas llegan los materiales que luego saldrán en la leche. A cada vena corresponde una arteria (la pudenda externa), pero el ramal principal y el conducto mas valorado, es la vena ABDOMINAL SUBCUTANEA o VENA DE LECHE, que sale del tronco iliaco y de los vasos abdominales, pero en el regreso al corazon, lo realiza por la porcion anterior del animal y por una vena braquial, formandose, pues, un circuito. Esta circulacion se acompaña de una circulacion linfatica, la cual se rige por el llamado ganglio linfatico mamario o ganglio linfatico supramamario. La tension linfatica ira directamente al ganglio y a partir de este se establece una red de conductos tortuosos de distinto calibre por todo el parenquima y asociados a los nucleos productores de leche.

Diferencias entre la glandula de la vaca y otras especies

Hay una diferencia clara, que es que la aptitud de producir leche y el tamaño de la camada es diferente, según la especie. La vaca produce una cría por parto, pero la oveja tiene entre 1 y 2.5, la cabra entre 2 y 3 y la cerda desde 8 hasta 16 e incluso 18 o 21. Hay otros factores como los genéticos, alimenticios, ambientales. La variabilidad no se refiere a la estructura interna, sino a rasgos morfológicos y a capacidades de producción.

A) Oveja.

La glándula mamaria tiene posición inguinal, con 2 complejos mamarios, cada uno con su pezón correspondiente y cuya forma externa es hemisférica. Existen unas cisternas glandulares muy desarrolladas, pero no hay cisterna del pezón, el cual es corto, de tipo cónico, con una longitud de 2 a 3 cm y que en proporción con la glándula tiene un tamaño aceptable.

A la cisterna de la glándula drenan los conductos galactoforos, en número variable de 6 a 8. El pezón tiene poca consistencia (el esfínter es poco consistente) y en el borde hay glándulas sudoríparas y sebáceas que protegen finalmente el tejido epitelial del conducto del pezón. La glándula tiene un sistema linfático simple.

En esta glándula encontramos, a veces, un ligamento suspensorio medio. La presencia o no de ese ligamento, hace que la forma esférica pueda ser de una esfera bilobulada.

La situación de los pezones es variable, dando diferentes ángulos y sobre todo hay mucha diferencia cuando hay ligamento suspensorio (los ángulos se agudizan), pudiendo haber pezones de implantación vertical, oblicua o casos intermedios. La situación, longitud, forma, etc., ..., tiene importancia a la hora de aplicar ordeños. Los pezones que mejor se adaptan a estos sistemas, son los verticales.

A veces hay presencia de pezones supernumerarios (una glándula puede presentar otros pezones, además de los propios de la glándula, pero sin estructura interna y sin estar conectados a la glándula).

No poseen roseta de Fürstenberg y el pezón es más vulnerable, sobre todo, en las más productoras o en las más explotadas.

B) Cabra.

La glándula mamaria es también doble, de tamaño variable, pero que presenta una forma cónica invertida y unos pezones mucho más desarrollados que en la oveja, lo que le permite una mayor facilidad al ordeño automático. Cuanto mayor sea la producción de leche de la cabra, más agudizada estará la forma y más larga será la glándula.

En proporción, la cabra produce más que la vaca, tanto en calidad como en cantidad. Pero el tipo de leche es distinta y su utilidad es más limitada que la de vaca. La cisterna glandular tiene un gran desarrollo y en ella desembocan de 6 a 9 conductos galactoforos, y a partir de esta, y a partir de esta llegamos a una gran cisterna del pezón.

C) Cerda.

Vemos de 10 a 12 pares de complejos mamarios, cada uno con su pezón, teniendo una distribución regular de los complejos mamarios, que se clasifican en pectorales, abdominales e inguinales, soliendo haber 2 inguinales, 4 pectorales y 4 abdominales, aunque las características genéticas de las razas, cuando influyen en parámetros de prolificidad, también influyen en parámetros de glándulas mamarias. La forma es esférica, con un desarrollo moderado y diferente según su posición, más desarrollados cuanto más nos acercamos a las inguinales. Presenta un pezón corto y cilíndrico al cual van directamente los conductos galactoforos, no

habiendo cisterna,ni del pezon ni de la glandula.

No hay una homogeneidad en el aspecto externo,ni llenas,ni vacias.Las glandulas abdominales e inguinales,presentan una mayor capacidad y tambien presentan una irrigacion mas elevada que en el caso de las pectorales.

La capacidad de produccion de leche sera tambien mayor.La situacion de los lechones a la hora de mamar,influira mucho en su desarrollo.Los lechones tienen tendencia a ocupar el mismo sitio.

La glandula presenta una gran cantidad de fibras lisas,lo que le da una aspecto muy liso y feo,cuando esta vacia.

Funcion de la glandula

La funcion de la glandula es producir leche,pero para ello,tiene que ocurrir hacia el final de la gestacion un cambio en las celulas de los alveolos mamarios para que se preparen hacia la sintesis de la leche.Entonces hay cambios citoplasmaticos en las celulas,que forman mayor cantidad de granulaciones proteicas y globulos grasos.Se produce un incremento del metabolismo general mamario,que a nivel de la celula,aumenta el numero de mitocondrias,y el tamaño del aparato de Golgi.Hay una mejora del riego sanguineo que externamente se observa con un mayor volumen glandular,originado porque hasta ese momento,la circulacion favorecia la presencia de sangre a nivel uterino,pero como el feto ya no esta,la sangre va a la glandula,habiendo mayor aporte de elementos nutritivos y favoreciendo el metabolismo.En el interior de la glandula,la celula se activa,poniendo en marcha una serie de enzimas que,a partir de los materiales de la sangre,sintetizaran ciertos elementos de la leche como lactosa,acidos grasos o proteinas.Este incremento metabolico se favorece con un incremento en el metabolismo general y con la alimentacion exterior.

Conforme avanza el tiempo tras el parto,hay un incremento en la cantidad de leche,hasta llegar al pico de la lactacion,a partir del cual hay un descenso progresivo y continuado,que permitira cubrir de nuevo al animal y luego,antes del parto,secar al animal.

Fases del proceso de lactacion

1) *Proceso de secrecion* : Aqui nos encontramos la formacion y sintesis de la leche en las celulas del epitelio glandular y el paso de estas gotitas hasta la luz de los alveolos.

2) *Proceso de almacenamiento* : Seria el acumulo de estas gotitas y su situacion a traves de todos los conductos que presenta la glandula (todos los huecos de la glandula y que se llenan con leche).

3) *Proceso de eyccion de la leche* : Se subdivide en 2 procesos :

— Paso por gravedad y de forma lenta desde los conductos y hasta la cisterna.Se llama salida pasiva.

— Salida de la leche de la cisterna hacia el exterior por ordeño,amamantamiento,a traves de una succion y que en el caso del ordeño,se simula la succion.

La produccion de leche en todas las especies,presenta una relacion produccion/tiempo :

La forma de esta curva,esta estandarizada.

Factores de los que depende la produccion de leche

Aparte de los tipicos de especie raza e individuo, existen otra serie de factores como :

1. Patrimonio genetico y alimentacion : Habra mas leche, cuanto mas seleccionado hacia ese caracter esté nuestro ganado. La selección se basa en una prueba, que son determinar la calidad productiva, tanto de la hembra como del macho. Eso si, la alimentacion debe ser acorde con el potencial genetico, para que este manifieste toda su fuerza. La produccion media de la cabra, esta en torno a 260–300 litros por lactacion, aunque algunas muy seleccionadas, pueden llegar hasta 500–600 litros, durando la lactacion entre 150 y 200 dias. En la oveja, las producciones van desde 150/180 a 300 litros por lactacion, durando la lactacion entre 90 y 120 dias.

2. Edad del animal : Va asociada al numero de partos, pudiendo decir que la actividad de leche aumenta hasta llegar al 4º–5º parto en el caso de la vaca o 3º–4º en la cabra o en la oveja, a partir de los cuales disminuye, teniendo en cuenta la edad del primer parto y como llego el animal a ese primer parto. La edad del primer parto debiera ser lo mas temprana posible, pero con el maximo desarrollo para que no haya efectos contraproducentes en su vida util. Es bueno que en la vaca, el pimer parto sea a los 24 meses. En ovejas y cabras, la edad del primer parto estara influenciada por la fecha de nacimiento (fotoperiodo). Nunca se mantiene el rendimiento toda la vida util, cuando queremos tener grandes producciones.

3. Intervalo entre ordeños : Conviene que se hagan dos ordeños al dia (cada 12 horas). Si acortamos los tiempos de ordeño, los conductos galactoforos y las cisternas, estan antes vacias, lo que provoca una accion positiva en las celulas glandulares, incrementando la cantidad de leche producida, desde el 10% hasta el 25%.

4. Momento del ordeño : No es lo mismo ordeñar por la mañana que por la tarde. El de por la mañana es mas abundante que el de la tarde, aunque mas pobre en Materia Seca. La cifra de produccion que referimos, es el sumatorio de las cantidades obtenidas en cada ordeño, y las características de la leche, son las características medias de los dos ordeños.

5. Presencia de enfermedades o sanidad del animal : Para que sean maximas las producciones, el estado de salud debe ser perfecto, de manera que cualquier alteracion, provoca rapidamente un descenso en la produccion, sobre todo si hablamos de enfermedades a nivel mamario, pero tambien alteraciones metabolicas, hepaticas, problemas fisicos como dolores,

golpes, otros factores ambientales (calor, barro, frio, estres, maquinas de ordeño, pasillos estrechos,...).

6. Riego sanguineo.

7. Funcionamiento del sistema nervioso.

8. Numero de crías por parto : A mas crias, mas produccion, pero no proporcionalmente. La suma total de leche es mayor, pero a las crías corresponde menor cantidad.

Maquina de ordeño

Otro aspecto importante, es el funcionamiento de la maquina de ordeño, que debe ser perfecto, rapido y limpio, de manera que el animal este el menor tiempo posible en la ordeñadora, se le extraiga toda la leche, se aproveche al maximo la accion de la oxitocina y que el pezon no quede dañado por la pezonera. Al mismo tiempo, toda la glandula y el pezon seran bien limpiados y a la salida del ordeño, las pezoneras seran higienizadas y la glandula recibira un masaje y una desinfeccion del pezon.

El calostro

Otro aspecto importante es el relativo a los 2–3 primeros días de la lactación, en los que el animal no produce leche, sino que la glándula segrega un producto llamado CALOSTRO, el cual no se ordeña con máquina, ni se mezcla con leche. El calostro es una sustancia de consistencia pastosa y de color amarillento, producida en los 2–3 primeros días del parto y sirve para mejorar las defensas de la cría y nutrirla perfectamente en sus primeros días de vida. El calostro no es leche, ni tampoco leche de los últimos días calostrantes, ni tampoco leche de la última mitad del secado. El calostro presenta unas propiedades en su composición, como son un elevado número de células sanguíneas (sobre todo glóbulos blancos) y un elevado número de enzimas que favorecen la digestión, presentando también muchas proteínas (entre un 15 y un 20% más que la leche) en forma de macromoléculas, y principalmente tiene inmunoglobulinas que le darán a la cría inmunidad frente a agresiones del medio externo. Presenta más grasa que la leche y una menor cantidad de lactosa. El color amarillento se debe al caroteno (provitamina A, sobre todo).

CONTROL DE LA OVULACION

Ovulación es el proceso por el cual se produce la liberación del óvulo en el ovario y su descenso por las trompas para buscar al espermatozoide y que se produzca la fecundación. En este proceso se dan unas características en el aparato reproductor y se tienen que conjuntar los sistemas nervioso y hormonal. En este proceso hay una variabilidad en el nivel hormonal, que culmina con una enorme subida de la LH (pico de LH), que será el que finalmente rompa al folículo. A partir de este momento se implanta el cuerpo lúteo, se produce progesterona, hasta que aparece la Prostaglandina F₂ y elimina el cuerpo lúteo. Este ciclo sexual o estral es variable con la especie, variable en días y en algunas características de duración y presentación. Debemos saber el ciclo sexual de la hembra para establecer programas de reproducción que nos permitan mejorar la productividad de la hembra.

Fases del ciclo estral o sexual :

1. *Proestro* : Es un tiempo de maduración del folículo o un tiempo para preparar el celo.
2. *Estro* : En este periodo ocurre la ovulación. También se llama fase de celo o de calores. El folículo se rompe. La hembra presenta una sintomatología externa en su aparato reproductor, lo cual afecta al macho.
3. *Metaestro* : Se produce la implantación del cuerpo lúteo o amarillo y la preparación del aparato reproductor para desarrollar la gestación.
4. *Diestro* : Es una fase de reposo sexual. Es una fase larga en los animales que presentan una influencia reproductiva estacional. No existe el ciclo, con lo que no hay ovulación. Esta fase no existe en animales de ciclo continuo.

Características propias del ciclo sexual en cada especie :

Las especies sufren una primera clasificación tal y como sigue :

- Especies de ciclo continuo : vaca y cerda
- Especies estacionales :
 - a) Fotoperiodo largo : yegua
 - b) Fotoperiodo corto : cabra y oveja

Vaca:

- Ciclo sexual poliestrico continuo.
- Duracion total de 21 dias,siendo mas corto en animales jovenes.
- Duracion de la fase de celo (estro) de 14 o 15 horas (el animal manifiesta sintomas externos que indican la inminente rotura del foliculo).
- Ovulacion espontanea que se produce unas 10–15 horas despues de haber desaparecido los sintomas del celo.
- Implantacion del cuerpo luteo una vez producida la rotura folicular presente durante 19 dias en el caso de la vaca.
- Fase diestro inexistente en condiciones normales,aunque es posible que cuando las condiciones ambientales son muy adversas,nos encontremos paradas estacionales en el ciclo sexual,como vacas en regimen extensivo,a finales de otoño o invierno.
- En vacas muy lecheras,puede darnos la impresion de que el ciclo quede cortado,cuando en realidad las ovulaciones han sido silenciosas (rotura del foliculo sin manifestacion externa del celo)
- Procedencia del ovulo de cualquiera de los dos ovarios de la vaca,aunque encontramos una mayor actividad de funcionamiento en el caso del ovario izquierdo,que puede llegar a funcionar hasta un 60% mas que el derecho.Sin embargo,la viabilidad de los ovulos es menor,con lo que al final,el mayor porcentaje de utilizacion ovular,es del derecho.Si se produce la salida del ovulo y este es fecundado,encontramos al embrion,el cual se implanta,se desarrolla y tras la gestacion,se produce el parto,lactacion y el animal debe recuperar su ciclo sexual.
- La separacion del celo en el tiempo tras el parto,se debe conseguir entre los 35 y los 60 dias despues del parto,en el caso de hembras lecheras.En hembras de carne,el retorno deberemos conseguirlo entre los 50–80 dias.Hay factores que pueden influir negativamente.En el caso de animales de carne pueden superarse los 80 dias si la alimentacion no es muy buena,siguiendo esta,amamantando a los terneros.En este tiempo,el aparato reproductor debe recuperarse del trauma del parto y debe adquirir su tamaño normal y sus condiciones normales.Por eso el porcentaje de exito en una fecundacion,pasados 40 dias,no superara el 30–35%,aconsejandose un minimo de 50–60 dias para que la ovulacion se haya producido.

Oveja:

- Ciclo poliestrico estacional,marcada la estacionalidad por el fotoperiodo corto,aunque existan otros factores que nos puedan hacer variar entre margenes aceptables esta estacionalidad.Siempre sera en otoño (dias cortos),cuando habra mas fertilidad.Las ovejas de la zona ecuatorial,no tienen diferenciacion entre fotoperiodo largo y corto,reduciendose la estacionalidad.
- Duracion del ciclo variable entre 16–17 dias,aunque hay ciertas variaciones por raza (merina 18–19 dias) o por edad (en animales jovenes,el ciclo es mas corto).
- Ovulacion espontanea producida tras la fase del estro.
- Duracion de la fase de estro entre 30 y 36 horas.Una cubricion del animal,hacia el final de los calores,nos dara un buen porcentaje de fecundacion.Hay teorias que dicen que se puede mejorar el porcentaje de fecundacion,si se insemina 20–30 horas despues de pasado el celo.
- Ovulacion variable en numero,encontrandonos la ovulacion simple,doble o triple.Lo que esta claro es que a

mayor numero de ovulos producidos,el porcentaje de posibilidad de fecundacion disminuye,aunque en las primeras horas de la ovulacion,existe una mayor posibilidad de que se produzca la fecundacion de mas de un ovulo.Esto se debe a que el tiempo de vida del ovulo se reduce y a que el numero de espermatozoides no es suficiente para abastecer todos los ovulos existentes.

- Cada ovulacion esta marcada por un periodo de tiempo (6-7 horas).
- Capacidad de fecundar los ovulos creciente con la edad de la oveja.
- Duracion del cuerpo luteo variable entre 14-15 dias,al variar con el tiempo de duracion del propio ciclo.
- La separacion del ciclo sexual tras el parto,presenta una gran variabilidad,dependiendo de la actitud y manejo de la oveja.Se recupera antes en animales de destete temprano.

Cabra :

- Ciclo poliestrico estacional,con maxima actividad sexual en los meses de Octubre,Noviembre y Diciembre.
- Duracion del ciclo estral entre 20-21 dias.En animales jovenes,esta regularidad en el ciclo no se produce.Ese descontrol se acaba en la primera gestacion.
- Duracion del estro de 40 horas.
- Ovulacion espontanea hacia el final de esta fase del celo.
- Numero de ovulaciones variable entre 2 y 3,aunque segun razas puede llegar a 4 o 5,siendo ovulaciones que presentan gran facilidad para la fecundacion.
- Encontramos animales que presentan irregularidades,porque existe un alto porcentaje de individuos hermafroditas,que deben ser erradicados.

Cerda :

- Ciclo continuo,pero los ciclos sexuales se aprecian con mayor claridad en primavera y otoño,habiendo variaciones por raza,clima,manejo,etc,...,con lo que el ciclo sexual es mas claro y mejor.
- Duracion del ciclo variable entre 20 y 21 dias.
- Duracion del estro de 2-3 dias.
- Ovulacion producida hacia la mitad del estro.
- El estro da lugar a unas claras manifestaciones en la cerda,habiendo una gran hinchazon y agresividad.El grado de inmovilidad que alcanza la cerda en el momento de la ovulacion es muy grande.
- Ovulacion multiple y variable entre 15-17 ovulos,procedente de ambos ovarios,aunque el izquierdo es mas activo que el derecho.Si se produce fecundacion en el momento adecuado,el porcentaje de fecundidad aumenta enormemente.
- Una vez producida la fecundacion,aparece tras el parto una fase de celo,pero que es un falso celo,a los 2-3 dias tras el parto,porque aun habiendo sintomatologia externa,no hay ovulacion.

- El destete de los lechones se hara a distintas edades, normalmente a los 42 dias, siendo precoz a los 21 y ultraprecoz a los 7 dias. En el destete precoz de la cerda, aparece el celo a los 8–10 dias aunque no es demasiado bueno. Esta duracion es importante para calcular los tiempos de estancia del animal en la explotacion.
- La duracion del cuerpo amarillo es de 15 dias. Durante este tiempo los ovulos permanecen mas o menos viables, existiendo una alta posibilidad de mortalidad embrionaria.

Control de la ovulacion

Es la induccion de un celo fertil en el momento en que se desee, con independencia del ciclo sexual espontaneo que este ocurriendo en el animal tratado. El control de la ovulacion es una practica que busca principalmente regular el ciclo sexual de todas las hembras del rebaño, para establecer una sincronizacion de sus celos y facilitar el manejo reproductivo de la explotacion, aunque tambien ese control, nos puede servir para aplicar otras tecnicas reproductivas, como la transferencia de embriones, puesto que una variante del mismo puede ser la provocacion de la superovulacion.

Este control se basa en el conocimiento de la actitud hormonal del ciclo sexual y la accion bloqueante del ciclo que tiene la PROGESTERONA. Cuando esta progesterona desaparece, al poco tiempo vuelve a aparecer el celo, por lo que la incursion en el ciclo sexual, con productos como progesterona y derivados, llevara a un bloqueo de su ciclo, que se prolongara hasta el final del tratamiento, produciendose el celo a los pocos dias.

Ventajas del Control de la Ovulacion :

- 1) Permitira sincronizar los celos de las hembras, pudiendo usar al mismo tiempo nuestro macho. Las estaciones seran homogeneas y los partos agrupados. La agrupacion de partos permitira una mejor utilizacion de la mano de obra, una homogeinizacion en la alimentacion, abaratamiento de costes de transporte y mayor competitividad en los mercados.
- 2) Eliminacion de las practicas de diagnostico de gestacion, puesto que nos aseguramos la presencia de celos claros y fertiles. Ademas tambien mejoran las planificaciones en la propia explotacion. Por otro lado, facilitamos el ahijamiento de los animales.
- 3) Control de la descendencia de los animales, facilitando las pruebas de selección.
- 4) Abaratamiento de los costes de la inseminacion artificial.
- 5) Realizacion de transferencia de embriones con muchas mas posibilidades, tanto en el numero de embriones conseguidos como en el exito, aparte de permitirnos establecer una sincronizacion del celo entre el animal donante y el receptor, para que este encuentre un medio adecuado.
- 6) En los cerdos, este método de sincronizacion del celo, permite establecer sistemas de manejo de todo dentro/todo fuera, mas higienicos.
- 7) En ovejas encontramos que un control de la ovulacion adelantara la precocidad sexual de las corderas, sobre todo en aquellas que han encontrado un desarrollo suficiente. Nos mejorar tambien el numero de partos al año que pueden hacernos las ovejas, pudiendo realizarse los celos contraestacion. En ovejas puede ser favorable en animales de razas lecheras, en los cuales la actividad hormonal de lactacion es muy fuerte.

Metodos de control de ovulacion :

A) Aplicacion de practicas especiales de manejo, que favoreceran la aparicion del celo.

El primer método se usa en ganado porcino y consiste en la capacidad de la cerda para salir del celo tras el parto. Se puede ir modificando la tendencia negativa de producción ovárica, de tal manera que poco después del destete o incluso en la última semana de lactación, encontremos un celo fértil. Para ello se hace lo siguiente: cuando la cerda este amamantando lechones, le colocamos cerca un berraco, con lo que sufre el efecto macho; provocamos que su alimentación sea óptima (Ad Libitum); si destetamos a las 4 semanas, en la 5ª el celo será muy bueno. También se puede hacer un destete precoz o ultraprecoz y acompañarlo de un tratamiento hormonal.

B) Métodos luminicos, que juegan con la cantidad y la calidad de la luz.

Los controles luminicos se basan en la influencia de la luz sobre el eje hipotálamo-hipofisis-ovario, que mediante estímulos puede conseguir activar el ciclo sexual, sobre todo en animales como aves (p.ej. gallinas ponedoras). En estas, la luz es fundamental para la producción del huevo, pues esta luz estimula la hipofisis y el consumo de alimento de las gallinas. El número de horas de luz en la gallina, le determina la aparición de su madurez sexual:

Fotoperiodo desde 0 a 30 semanas	Edad del 1º huevo
22 horas constantes	151 días
6 horas constantes	158 días
22 horas descendiendo a 6 a las 18 semanas	169 días
6 horas aumentando a 22 a las 18 semanas	136 días

La influencia del fotoperiodo no es constante sino que el animal necesita unos tiempos de recuperación. Si existe fotoperiodo prolongado, la influencia es negativa, ya que comienza a actuar la secreción de hormonas adrenales, como consecuencia del estrés, lo que frena las descargas de FSH y LH. La influencia tiene importancia sobre el número de huevos puestos y su tamaño.

Normalmente el efecto positivo de las horas de luz, se produce hasta que se sobrepasa el llamado Umbral de Excitación de la gallina. También es importante el color de la luz. Si la luz es ROJA, se produce una estimulación del picaje entre las gallinas, que produce estrés y disminución del tamaño y número de huevos. Si la luz es VERDE, se estimula el canibalismo. Si la luz es BLANCA O AZUL, se retrasa la madurez sexual de la gallina. Además, la luz tiene acción sobre la capacidad de transformación de las vitaminas del animal y sobre el metabolismo del Ca y del P, importantes al estar la cascara formada en gran parte por Ca y P.

C) Métodos hormonales, que son los más usados.

El control hormonal es el más extendido, más práctico y mejor para inducir y controlar el celo en especies domésticas (vaca, cabra, oveja y cerda). Se puede hacer de 2 maneras:

Aplicación de Progestágenos (productos análogos a la progesterona cuya acción consiste en la inhibición de la actividad sexual de la hembra y son usados en animales de ciclo continuo).

Inductores del celo. Pueden ser directos (gonadotropinas o sus liberadores como la GnRH y que se utilizan en animales en la fase de reposo sexual, sobre todo en hembras prepuberes, animales en lactación o fuera de estación) o bien indirectos (destruyen el cuerpo lúteo y pueden ser estrógenos o derivados y prostaglandinas).

Los productos usados, en general, son productos que pueden tener diversas naturalezas, encontrándose en los productos naturales, se esterilizan y luego se utilizan en el control hormonal. Utilizamos para su extracción animales de matadero. Cuando los productos son conocidos en todos sus aspectos, pueden ser copiados en la industria, apareciendo los productos sintéticos, similares a los naturales o derivados. Incluso encontramos productos semisintéticos.

Requisitos minimos de los controladores de celo:

1. El producto debe controlar tanto la fase estral con su sintomatologia, como el momento en que se produce la ovulacion. Este control debe ser establecido rapidamente y con independencia del momento sexual en que se encuentre nuestra hembra.
2. El producto debe tener un efecto rapido a dosis pequeñas. Se debe eliminar facilmente, no siendo toxico ni para el animal ni para el posible consumidor de este animal.
3. El producto debe conseguir tasas de fertilidad acordes con la especie y la raza a la que esta tratando. Como minimo, las cifras establecidas y de ahí para adelante.
4. El animal no debe verse ligado al producto cuando quiera cumplir su ciclo sexual de forma natural (evitar la adiccion). Además, no debe impedir el desarrollo embrionario, como consecuencia de la fecundacion de los ovulos producidos.
5. Debe ser un producto de facil aplicacion, barato y facil de conseguir.

Estas condiciones no se cumplen en su totalidad en muchos productos, los cuales han sido por ello deshechados.

Productos utilizados segun la especie :

En vaca : Prostaglandina F2 , tanto natural como sintetica. Su funcion es eliminar el cuerpo luteo y poner en marcha el ciclo sexual. Se necesitan 2 tratamientos con 2 inyecciones separadas entre 11 y 12 dias, intramusculares o intravenosas. Incluso es posible la via intravaginal.

En oveja y cabra : Siendo de ciclo estacional, podemos usar dos productos, segun la fase en la que estemos. En la fase de estacion sexual, podemos utilizar un progestageno o bien una gonadotropina PMSG o HCG. Si hay posibilidad de fecundacion natural, usamos Acetato de Fluorocetona (ECGA), que se usa por via intramuscular o intravaginal (esponjitas de forma cuboide o conica con un cordon en el extremo a modo de tampax).

En porcino : No se puede usar la Prostaglandina F2 . Se usa pues, un Progestageno aplicado por via intramuscular o subcutanea, de muy buen efecto y su accion es complementando al cuerpo luteo, con lo que la cerda no entra en celo, manteniendo esta situacion 15–18 dias, de manera que al retirar el tratamiento, aparece rapidamente (a la semana) el celo. Puede tener algunos problemas de malformaciones fetales, pero es el mejor producto para porcino. Comercialmente se denomina Regumate.

SUPEROVULACION

Una de las aplicaciones mas importantes del control de la ovulacion, seria la sincronizacion del celo, pero otro aspecto importante es la consecucion de las llamadas superovulaciones. La SUPEROVULACION la definimos como el proceso mediante el cual el animal, en un ciclo sexual normal, es capaz de producir un numero muy elevado de ovulos que por supuesto esta muy por encima de los normalmente producidos por la especie. Así, buscamos un rendimiento maximo de la fisiologia de la hembra, para obtener un material (celula sexual) que nos servira para fines experimentales, trasplantes embrionarios y para obtener gestaciones y partos generales. Aunque realmente la aplicacion de la superovulacion, necesita una preparacion especial de los animales y un tratamiento posterior para evitar que sobre la hembra actuen fenomenos de estres que nos lleven a la perdida de esos ovulos. Existen ciertos factores que mejoran los resultados de la aplicacion practica de la superovulacion, como son :

- Buena alimentacion.

- Utilización de hembras de mediana edad.
- Uso de razas con aptitud lechera.
- Selección de animales con antecedentes de haber sido hijos de partos múltiples o que hayan tenido partos múltiples, animales que nunca hayan tenido problemas fisiológicos.

En ovino va muy bien para aumentar el número de partos generales. La superovulación se hace mediante la aplicación de gonadotropinas extrahipofisarias. El momento, la dosis y la secuencia de aplicación, será variable en función de la especie, raza, características reproductivas de cada individuo y según el momento del celo en que esté el animal.

Especie	PMSG (en U.I.)	HCG (en U.I.)
Vaca novilla	1300–2500	5000
Vaca adulta	1000	4000
Ovino	750–2000	500–750
Cerda	2000	500

Comercialmente los productos vienen con prospecto en los que viene indicada la dosis y los tiempos de aplicación. Existen limitaciones en el empleo de estos productos, sobre todo cuando sospechemos que el número de ovulos que podemos producir, sea excesivo. Si esto ocurre, es posible un efecto negativo en cuanto a la consecución de las fecundaciones. Un uso inadecuado y repetido de estos productos, puede dar problemas en cuanto a la acción natural de las hormonas de la hembra, pudiendo quedar bloqueada. Podemos correr entonces el riesgo de que la hipofisis se reduzca de tamaño.

El método usado para superovulación con productos hormonales es así: debere tener al animal con un cuerpo luteo activo y una vez que lo tenemos, procedemos a la destrucción de ese cuerpo luteo con la aplicación de la PMSG y también la aplicación de una Prostaglandina PG2. Después administramos al 5° o 6° día de tratamiento, una dosis de PMSG. Destruído el cuerpo luteo, el animal está al final del ciclo. En ese 5° o 6° día, aplicamos una dosis de PMSG. Al día 16 o 17 aplicamos una segunda inyección de PMSG. La PMSG tendrá función activadora del ovario y del crecimiento folicular, el cual terminará con una rotura del folículo y con una salida del ovulo. Otro método podría utilizar directamente unos liberadores de GnRH.

INSEMINACION ARTIFICIAL

Es la aplicación indirecta del semen del macho en el aparato reproductor de la hembra, para conseguir una fecundación del ovulo y un desarrollo normal de la gestación y el parto. La inseminación artificial es una práctica zootécnica que tiene por objeto mejorar la eficiencia reproductiva de los animales domésticos, siguiendo la vía macho, pues la vía hembra sería la de la técnica de transferencia de embriones. La inseminación artificial debe hacerse de una forma normal en las explotaciones, sobre todo en las intensivas y semiintensivas, ya que permiten un ahorro de espacio, tiempo y dinero a la hora de planificar la reproducción. Tiene muchas posibilidades en el vacuno y ovino de leche, algo menos en el vacuno de carne y bastantes en porcino. Debe aplicarse mediante planes perfectamente establecidos para que sean un éxito y además siguiendo los pasos que marca la aplicación de la técnica.

Ventajas e inconvenientes de la inseminación artificial

Las **ventajas** que conlleva este método son las siguientes :

1. Permite el control de la paternidad de las crías, conociendo así su genética al 50%.

2. Incrementa las posibilidades del conocimiento productivo de los machos, facilitando las llamadas pruebas de testaje (estudio de la descendencia de un individuo para saber si este es adecuado para la reproducción), permitiendo así la creación de un banco de esperma.
3. Control y erradicación de enfermedades venereas.
4. Control de la sanidad del semen.
5. Evita ciertos casos de esterilidad en hembras (aquellas de celo irregular, que no acepten al macho o con problemas físicos para la monta del macho)
6. Tiempo de uso del semental. Al no tener que estar detrás de las vacas en las épocas de cubrición, el animal se fatiga menos y está menos deteriorado.
7. Desarrollo reproductivo de otros animales, como los de abasto.
8. Mayor facilidad en la obtención de híbridos

También presenta una serie de **inconvenientes** :

a) Los debidos fundamentalmente al mal uso :

- mala técnica.
- falta de higiene en el material.
- material deteriorado.
- personal inexperto.

b) Uso de animales de poco valor.

c) Abuso en la utilización de los machos, que nos llevaría a una consanguinidad elevada.

d) Estudio inadecuado del semen y del macho.

e) Hembras poco receptivas a la inseminación artificial, al necesitar el estímulo natural.

Podemos utilizar distintos sistemas para el establecimiento de la inseminación artificial, aunque todos los sistemas deben cumplir una serie de condiciones mínimas para asegurar en primer lugar una recogida adecuada del semen, en segundo lugar un estudio y en tercer lugar una aplicación. Estas condiciones mínimas serán distintas según la especie por las diferencias de anatomía y fisiología. Realmente, la inseminación artificial, donde más repercusión ha tenido ha sido en el vacuno, aunque trata de difundirse en el porcino.

En el ovino no tiene tanta difusión, porque los signos externos del celo en ovejas no son muy claros. Para la detección de esos celos tendremos unos machos (machos recelas), que husmean entre las ovejas para identificar las que tienen celo. Suelen estar vasectomizados y llevan un marcador, de manera que al montar a la oveja, la dejan marcada, sin dejarla gestante. Podemos provocar el celo de la oveja mediante la colocación de esponjas. Otro problema es el aparato reproductor de la hembra (plica vaginal que hay que levantar con la pistola de inseminación). Otro problema es la escasez de machos testados y hay poco semen, que además es de difícil conservación. La congelación del semen en ovejas, está en estudio.

Tecnica de la inseminacion artificial

Lo mas importante es la recogida del semen,que es el almacenamiento de los espermatozoides del animal a la salida de su aparato reproductor,salida que es provocada con metodos no naturales.Todos los metodos para estimular la salida del semen,deben cumplir unos requisitos :

1. Garantizar la calidad del semen.
2. No provocar daños en el macho.
3. Ser de facil aplicacion y de bajo coste.
4. Debe evitar que los espermatozoides se contaminen o se estresen.

Lo mas normal es el uso de **vaginas artificiales**,que son receptaculos que simularian el aparato reproductor de la hembra,en las condiciones en las que se la encontraria el macho de su especie.Esta vagina se colocaria en el momento en que el macho procediera a dar el salto sobre la hembra,de manera que el pene,en vez de introducirse en la hembra,se introduce en la vagina artificial.Las formas y dimensiones dependeran de la especie a tratar.Estas vaginas deben tener las mismas condiciones medioambientales que el aparato reproductor de la hembra.Debera tener una cierta presion,una cierta T^a y unas condiciones de longitud y grosor,siendo blando el recubrimiento interno,que puede ser una funda de caucho virgen sin azufre para que no dañe al espermatozoide.La vagina artificial tiene un orificio o tapon para llenarlo de agua a la T^a adecuada.Al final tiene un embudo acabado en un tubo de ensayo milimetrado para ver el volumen de eyaculado.Se hace manualmente por masturbacion.

Ventajas de la vagina artificial :

- Obtencion de la totalidad del eyaculado.
- No hay ningun tipo de perdida.
- El esperma esta perfecto y sin daño.
- Podemos obtener la medida exacta del eyaculado.

Inconvenientes de la vagina artificial :

- Los derivados de la inexperiencia del operario,que puede llevar a hacer daño al animal,con lo que este se viene abajo.
- Animales que no saltan espontaneamente,tardando mucho tiempo y otros que necesitan la presencia de un animal en celo.
- El semen debe estar el menor tiempo posible en la vagina artificial.

Vagina artificial del toro

En los toros jovenes el tamaño sera de 25 cm y en los adultos de 30–40 cm,siendo la temperatura de 40–45°C.Es importante no tocar el pene del animal,ni con la vagina ni con la mano.La frecuencia de uso de la vagina,sera variable en funcion de la edad del toro,de su estado y de las necesidades de semen que tengamos.En una misma sesion se hace un par de veces.No se debe hacer mas de dos sesiones por semana.Conviene hacer tras cada sesion una exhaustiva limpieza del aparato reproductor.

Vagina artificial del morueco

En el caso del morueco o carnero,la vagina artificial se parece a la del toro,pero mas pequeña para adaptarse a su anatomia.Esta vagina debe presentar unas características de temperatura de 42–44°C.La colocacion es mas

sencilla que en el toro, por ser menor y más manejable el animal. El animal se coloca delante de una oveja que no esté en celo y cuando la intente montar, se aplica la vagina, teniendo cuidado por ser rápida la eyaculación en esta especie. Se puede usar una oveja a la que se le hayan retirado los ovarios, pudiendo funcionar el método con un potro, si el animal está entrenado. Además funciona hasta con un morueco. Incluso estos animales bien entrenados pueden producir bastante esperma en épocas fuera de estación. El número de recogidas suele ser de 1 o 2 semanales y en cada día puede haber de 3 a 8 extracciones, separadas 15 minutos. Si las necesidades de esperma son grandes, podemos apurar al morueco con 3 extracciones semanales y 3 saltos por extracción, aunque el esperma será de menor calidad. Cuando el animal está en período de recogida de semen, está trabajando y tendrá elevadas necesidades de nutrientes. Entonces cuidaremos su alimentación, sobre todo en proteínas.

Vagina artificial de la cabra macho (cabrón)

En el caso del macho cabrio, el animal tendrá similares características al morueco y su vagina artificial será parecida, pero la temperatura será de 44–45°C. El número de recolecciones será de 2 veces por semana y cada día 1 o 2 veces.

Vagina artificial del cerdo

En el caso del cerdo, encontramos que la vagina artificial es especial, pues debe tener una pera para dar una presión que simule las contracciones uterinas. En ocasiones, para evitar los problemas que plantea la vagina artificial en muchos sitios se hace una recogida a mano con guante (se coge el glande y se hacen presiones continuadas sobre el mismo para conseguir el eyaculado), necesitando a veces un potro, maniquí o hembra en celo. Cuando el cerdo eyacula, da un producto que presenta 3 fracciones diferentes :

- Líquido seminal. Aparece antes de que aparezcan los espermatozoides y se produce en gran cantidad y muy contaminado de microorganismos, pues sirve para limpiar los conductos, preparando así la llegada de los espermatozoides. El líquido seminal debe ser retirado para que no contamine a los espermatozoides.
- Resto del eyaculado. Incluye a los espermatozoides y otra serie de sustancias segregadas en las glándulas seminales. Se subdivide en 2 partes :
 - Fracción gelatinosa.
 - Fracción espermática. Ambas fracciones se separan por filtración con colador.

En el verraco, recogeremos dos veces por semana, pero solo una sesión por día.

Como curiosidad, en el conejo debe estar a 50°C.

Electroeyaculación

Se usa principalmente en toro y carnero. Permite obtener un semen de buena calidad y con buena capacidad de fecundación. Este método se recomienda usarlo en animales de buena calidad reproductora pero con alguna lesión que les impide bregar con el potro o la hembra o bien en animales buenos pero algo viejos, con lo que no entran bien en la dinámica de la vagina artificial.

Para utilizar la electroeyaculación, el animal se ata boca arriba o lateralmente, se le limpia el prepucio (si debe cortarse el pelo, se le corta) y se limpia de heces el recto. Se coge un electrodo y se introduce por el recto. Con el otro electrodo haremos un contacto lumbar. Se pone en marcha el aparato, el cual dará corrientes eléctricas secuenciadas que provocarían excitación del aparato reproductor y la salida del semen. La excitación deberá ser progresiva (entre 5–10 minutos) e iremos haciendo descargas de 5–6 segundos de 5–6 Voltios (800–1500 miliamperios) en el caso del toro, lo cual es suficiente para provocar contracciones y que salga el esperma, pudiendo llegar a obtener 10–20 cm³. Al dar la descarga, el semen saldrá directamente por el

glande. En un recipiente recogeremos el semen, sin que se le produzca estrés al espermatozoide. El aparato será un embudo con un mango, poniéndose el embudo en el glande, acabando este embudo en un colector que es el que recoge el eyaculado. En el caso del morueco, el método es mejor que en el toro, a pesar de que en el toro se usa mucho en el bovino cebú, al rehusar este la vagina artificial.

En el ovino, el método es muy práctico y rápido, sin estar dependiendo del capricho del animal, pudiendo hacerse la recogida, bien estando tumbado el animal o estando de pie. En ambos casos conviene que este encima de una mesa.

En el caso del verraco el método se usa poco pues el aparato sería mucho más complicado y se obtiene poco volumen aunque de buena calidad, pero no debe usarse pues el cerdo es un animal muy nervioso y de corazón sensible.

Es un método que se puede usar para recogida Post-Mortem desde la cola del epidimo, por ejemplo en los toros de lidia.

Otros métodos de recogida de semen

Se pueden citar el Colector belga, que es de cristal y es parecido a un condón. También está el método de la cucharilla (recogida del semen con cuchara una vez depositado en la vagina). También está el masaje rectal de forma que excita las vesículas de inseminación.

En el equino se usa el método del preservativo, que consiste en el uso de un saco colector o condón, que se coloca en la vagina y tiene una estructura de goma elástica, de forma que en la penetración, el pene queda envuelto en el saco de goma y la eyaculación también, tras lo cual se retira el preservativo y se recoge el semen.

Otro método es el de la masturbación, que es una excitación mecánica y se usa en el perro y en aves. Consiste en un masaje en el aparato reproductor.

En el caso de las aves, el masaje se daría a nivel de la región lumbo-sacra, a nivel del abdomen y por los alrededores de la cloaca, debiendo ser un masaje muy cuidadoso, lento, pues si fuera brusco, los espermatozoides podrían estar contaminados de heces. En aves, la cantidad, calidad y limpieza del semen, dependerá de la calidad del masaje y de la capacidad de presión que ejerzamos. Debemos realizar la recogida con 2 personas (una le abre las patas y otra le da el masaje y evita que el semen se pierda en la cola). El semen se recoge en recipientes de vidrio o plástico y la recogida conviene que no se haga muy larga (más o menos una hora). La cantidad y calidad dependerá de muchos factores, con lo que en aves se hace difícil la recogida del semen. El semen en aves se conserva en refrigeración a 15 °C y debe usarse rápidamente.

Cantidad de eyaculado según las especies

Especie	Volumen de eyaculado (cc)
CABALLO	75-150
VERRACO	200 (80000-150000 mill.de esp./mm ³)
TORO	4-5 (800000-1000000)
MORUECO	8
CONEJO	0.7
GALLO	0.2-1.5 (2-3 mill.de esp./mm ³)
PAVO	0.2-0.5 (7-8)

Factores que pueden alterar o dañar a los espermatozoides

- 1) *Oxigeno* : Es un factor que provoca excitacion en los espermatozoides,que hace que se muevan,con lo que el movimiento los agota,elimina sus reservas y los espermatozoides se mueren.
- 2) *Temperatura* : El espermatozoide sale a una T^a aproximada de 38.5–40–42°C.De ahi para abajo se conserva bien;si bajamos hasta congelacion,el aguante depende de la especie.Pero una T^a de 50°C para arriba destruye totalmente a los espermatozoides,pues sus estructuras proteicas se coagulan.
- 3) *Accion de sustancias quimicas* : pueden provocar el llamado shock quimico.Estas sustancias pueden estar como residuos en aparatos recolectores,que parece que puedan estar limpios,pero luego aparecen y reaccionan.
- 4) *Luz* : La luz intensa,sobre todo el rayo de sol directo,debido al contenido en infrarrojos elimina los espermatozoides.La luz intensa activa al espermatozoide igual que el oxigeno,con lo que se fatiga y muere.
- 5) *pH* : un pH alcalino provoca una excitacion igual que el oxigeno.Un pH acido paraliza al espermatozoide.
- 6) *Contenido residual de recipientes* : antisepticos,jabones,etc,...
- 7) *Caracteristicas del agua* : Se recomienda el uso del agua bidestilada con agentes pirogenos.El agua de uso corriente es muy dañina.

Contrastacion

Practica para ver la calidad del semen.La composicion y caracteristicas del semen seran variables segun la especie.El examen de contrastacion de semen consistira en establecer un metodo de valoracion de ese semen que nos permita sacar conclusiones validas sobre la tasa de fecundidad que van a tener los espermatozoides.Otra cosa es que luego los espermatozoides se usen luego bien o mal.El metodo de valoracion tendra 2 partes :

1) Valoracion *macroscopica* del semen.

En el examen macroscopico veremos el volumen de espermatozoides que tenemos,en funcion de la especie,del estado fisiologico del animal,del tamaño del animal,de su edad,de su entrenamiento,de la alimentacion,del metodo de recogida.Si falla el volumen,pensaremos que debe fallar algun factor.Se debe tener en cuenta que las especies de inseminacion uterina nos daran una eyaculacion con mucho volumen pero poca concentracion espermatica.En los de inseminacion vaginal sera al contrario.Otro parametro a valorar sera el aspecto general del esperma.El esperma es un liquido denso,cremoso,ligeramente amarillento o grisaceo y que normalmente va a tener una presencia mas o menos marcada,de lo que son los espermatozoides en el plasma.Cualquier alteracion de estas caracteristicas nos hara sospechar que el semen esta deteriorado.Si el numero de saltos es excesivo,baja el numero de espermatozoides,con lo que el aspecto grumoso sera cada vez menor y sera mas liquido.Normalmente el semen del toro y del morueco es de aspecto lechoso,cremoso,blanquecino y el del verraco es mas grisaceo.Podemos establecer como tercer parametro el color del esperma.El semen debe ser opaco y si no lo es,entonces sospecharemos de una disminucion en la concentracion de espermatozoides.Si es amarillento,pensaremos que en ese semen hay mezcladas otras sustancias como orina o pus.Si el color es sonrosado o rojizo,habra sangre,que indicara la existencia de alguna herida.Si el color es marron,indica que el semen lleva sangre seca.Si es excesivamente opaco,grumoso y espeso,pensaremos que el animal sufre una degeneracion testicular.El ultimo parametro a valorar es la viscosidad,que tiene una relacion directa con el numero de espermatozoides.

2) Valoracion *microscopica* del semen.

En el examen microscopico hay una serie de pruebas que nos van a determinar mas fehacientemente la calidad

del espermatozoide. En primer lugar comprobaremos la movilidad en masa de los espermatozoides y la movilidad individual de los mismos. La característica del individual es que se desplaza por un movimiento de la cola en forma de látigo y rotacional sobre el mismo. La movilidad en masa consiste en comprobar el movimiento de oleaje que realizan los espermatozoides, todos al mismo tiempo, provocando variaciones de presión y contrapresión, siendo bueno que sean rápidos y abundantes, sospechando que el semen es malo si el movimiento es lento y raro. Otro aspecto es la concentración espermática o número de espermatozoides por mm³, para lo cual se usan las placas de cuantificación. También haremos una prueba morfológica en la que cogeremos distintas muestras que diluiremos y estudiaremos si realmente el espermatozoide tiene la estructura propia que debe tener.

Finalmente en las contracciones, podemos añadir otra prueba para asegurarnos de que estos espermatozoides son buenos (pruebas bioquímicas como tinción, ya que los espermatozoides muertos se tiñen con eorina o medición de pH). En el semen del toro, el pH debe estar en torno a 6.5–6.8. En el morueco será de 6.8–7. En el cerdo será entre 7.3–7.9. Normalmente a mayor concentración de espermatozoides mayor acidez del semen. Se admite un 15% de espermatozoides muertos y un 10% de espermatozoides anormales (alteraciones del capuchón cefálico, del tracto intermedio o de la cola).

Dilución del semen

Si el semen pasa las pruebas, entonces procederemos a su preparación como elemento de la inseminación artificial, para lo cual deberemos diluirlo y conservarlo, lo que permitirá aumentar el volumen de la masa espermática, tener un medio favorable para que viva el espermatozoide. Nos aseguraremos de que la extracción de un solo eyaculado nos sirva para inseminar un elevado número de hembras. Los medios de dilución deben ser adecuados al tipo de espermatozoides y se recomienda el cumplimiento de estos requisitos :

- Que el medio tenga presión osmótica isotónica con el espermatozoide y que se mantenga. Si esto no ocurriera, habría lisis o arrugamiento del espermatozoide.
- Que el pH del medio no se modifique, es decir, el diluyente debe ser algo tampón. Esto es sobre todo importante en el toro y el morueco.
- Que el medio diluyente lleve sustancias que permitan la protección adicional del espermatozoide.
- Que el medio favorezca la vitalidad y longevidad del espermatozoide.
- Que el medio sea estéril, libre de sustancias químicas, bacterias, virus, ..., tanto los que dañen directamente al espermatozoide, como los que puedan dañar a la hembra o los que puedan dañar al embrión cuando se vaya a desarrollar y que no sea tóxico.
- Que el medio mejore o al menos mantenga un tiempo prolongado el poder fecundante del espermatozoide.
- Que el medio permita la esterilización fácil de los utensilios.
- Que el medio sea fácil de preparar, rápido y que sea económico.

Los medios, también llamados **mestros** más comúnmente utilizados son :

- 1) Yema de huevo. Si lleva elementos fosfatados, mejor, pues esto alargará la vida del espermatozoide. La lecitina protege contra los cambios bruscos de temperatura.
- 2) Leches naturales o en polvo.
- 3) Glicerol, en caso de congelar, que ayude a conservar al espermatozoide, pues la congelación será amorfa, no cristalina, lo cual dañaría al espermatozoide.

Normalmente pueden usarse en el diluyente ciertas sales como permanganato potásico. Conviene así poner el diluyente a la temperatura del esperma para no tener un shock térmico en el espermatozoide. Cada aplicación se hará de forma lenta sobre el esperma, para que la mezcla con el diluyente sea perfecta.

Conservacion del esperma diluido

El medio de conservacion deberia ser identico al que presentan los espermatozoides en la cola del epididimo, lo que se puede conseguir en cuanto a la movilidad del espermatozoide (medio bajo en oxigeno, con bastante oscuridad y sin sustancias excitantes).

Cuando vayamos a usar la refrigeracion, deberemos ser conscientes de que el tiempo de aplicacion es pequeño y que la temperatura sera de mas o menos 5–6°C, excepto en el caso del porcino que puede subir hasta 15°C. Con esta temperatura de conservacion, usaremos semen durante 4–6 dias y mas o menos 3–4 dias en el ovino.

Para conservarlo en refrigeracion, el diluyente llevara principalmente yema de huevo o lecitina artificial y en el caso del semen de gallo, podemos usar glicerina.

Si vamos a congelar tendremos en cuenta ciertos factores como tipos de congelacion, uso de glicerol, recuperacion de agua por parte de los espermatozoides tras la descongelacion y la recuperacion metabolica de estos tras la congelacion. El glicerol se agrega al medio para que la congelacion sea amorfa y sin cristales.

El mejor semen para congelar es el de bovino (30 años de vida). En el ovino dura hasta 2 años. En porcino no se ha conseguido y en caprino casi tampoco.

A la hora de congelar hay periodos criticos o fases problematicas de la congelacion. Estas fases vienen determinadas por los rangos de temperatura que atraviesa el espermatozoide hasta llegar a la congelacion :

- De 37°C a 25°C. Este paso da problemas, pudiendo morir en el muchos espermatozoides.
- Barrera de los 0°C. Es cuando se produce la cristalicacion y congelacion y en funcion de como se haga esta, asi sera la recuperacion del espermatozoide.
- De –15°C a –25°C. Es en este intervalo en el que se produce la congelacion del agua activa o intracelular.

Pasando los rangos de temperatura, conservaremos los espermatozoides a –196°C con nitrogeno liquido. Se puede usar nieve carbonica, que baja la temperatura hasta los –79°.

Una vez diluido y conservado, los vamos a dividir en dosis y los vamos a envasar. Cada envase sera una dosis (volumen correspondiente a cada fecundacion).

Las posibilidades de **envase** son :

a) Ampolla de vidrio o de vacio, cuyo mayor problema es el etiquetado. Tambien podemos usar pele o bolas.

b) Pajuela. Es un tubo de plastico fino que lleva en un extremo un pequeño embolo de algodón y otro extremo cerrado con calor. En el interior esta el semen y en los laterales esta el nombre del toro, fecha de recogida, de caducidad, etc... La pajuela no presenta problemas de congelacion o de descongelacion, son baratas, ocupan poco y tienen dos diferentes modalidades :

– Pajuela

– Micropajuela (para grandes toros y semen de alta calidad).

Al descongelar la pajuela, se debe precalentar en agua tibia durante 10 minutos, hasta que llega a 25°C y luego el resto del calentamiento se hace con la mano.

Tecnicas de contrastacion de semen

Mediante estos procedimientos se trata de evaluar la calidad de un eyaculado para establecer su capacidad de fecundacion. Estas pruebas de contrastacion se clasifican en dos.

Tecnicas de aplicacion de la inseminacion artificial

Deben ser mas exactas y metodicadas para conseguir la colocacion de los espermatozoides de tal forma en el aparato femenino que el camino a recorrer hasta llegar al ovulo sea minimo. Esto esta mas desarrollado en vacuno y porcino pero en el caso de ovino y caprino, la tecnica esta menos conseguida. Lo mas importante para una buena aplicacion es la descongelacion de la pajuela en caso de ser congelada (1°C en agua tibia y luego calentamiento manual). En caso de ser fresco, la inseminacion se hara rapidamente y en caso de ser refrigerado se recupera la temperatura con calentamiento manual.

Metodos

a) Italiano : Para **ovino** y **caprino**. Consiste en la abertura bulbar mediante especulo que permite tener una canalizacion hasta el cuello uterino. A partir de aqui se usan pinzas que permiten el estiramiento del cuello. El cuello de los rumiantes tiene unos pliegues que dificulta el paso del pene (inseminacion vaginal). En el caso del **cerdo** es inseminacion uterina. En el caso de la oveja, los pliegues son mucho mas fuertes, con lo que la inseminacion artificial es mas dificil. Por ello colocamos una pinza que suavice el pliegue. Es un metodo mas doloroso y hay que retirar antes la Plica Cervicalis.

b) Americano : Se usa en el **ovino**. La tecnica consiste en la introduccion de la mano enguantada por el ano, hasta que se palpa la estructura del cuello de la matriz y se coge. Se estira para evitar los pliegues. Con la otra mano se introduce la pistola en el aparato reproductor con cuidado y se pasa la varilla hasta el interior del utero para favorecer la inseminacion.

En ambos casos debemos estar seguros de que la hembra este en celo, en primer lugar para que se este quieta y en segundo lugar para asegurarnos de que va a haber una inseminacion adecuada. En el caso del cerdo la inseminacion es particular debido a las características propias del aparato reproductor del berraco y de la hembra.

1. Limpieza perfecta de la bulba de la hembra.
2. Introducir cateter inclinado hacia arriba (resbala por la pared superior de la vagina hasta llegar al cuello).
3. Una vez en el cuello se procede a efectuar unos movimientos de rosca (derecha a izquierda empujando).
4. Se procede a la inseminacion. Cuidado con el reflujo de los espermatozoides, sobre todo cuando queremos inseminar rapidamente.

TRANSFERENCIA DE EMBRIONES

Se define como una tecnica para la manipulacion genetica de los animales, usando la via de las hembras. Estas tecnicas van a favorecer la capacidad reproductora de la hembra, pudiendo tener un numero elevado de descendientes procedente de animales de elevado valor genetico. Asimismo podemos usar hembras infecundas como consecuencia de haber sufrido enfermedades, accidentes o por su edad.

Hay que diferenciar entre los conceptos de fertilidad , fecundidad y proloficidad.

- **Fertilidad :** capacidad del animal para originar gametos (celulas sexuales), madurarlos y lanzarlos

como elementos perfectamente configurados.

- **Fecundidad** : Capacidad que tiene el animal para colocar perfectamente en su sitio sus gametos fertiles y como consecuencia de esto se produzca la union de las celulas masculinas y femeninas.
- **Prolificidad** : Se define solo en el caso de la hembra.Es la capacidad de la hembra de colocar adecuadamente el embrion formado como consecuencia de la fecundacion,y de desarrollarlo durante la gestacion,pariendolo en optimas condiciones.

Nosotros no sabemos si los animales son fertiles hasta que no hacemos una evaluacion de ovulos en caso de hembras y una contrastacion de semen en caso de machos.

Un animal puede ser fertil y no fecundo porque es posible que el macho produzca buenos espermatozoides pero le falle el efcto de ereccion.Una hembra puede tener fecundidad y no fertilidad si sus cavidades uterinas funcionan bien aunque el ovario ya no funcione.Se pueden aprovechar hembras que son fertiles (producen ovulos) pero no son fecundas.

En la transferencia de embriones encontramos una metodologia que se basa en la aplicacion de otras tecnicas de reproduccion de hembras y que necesitan el apoyo de la inseminacion artificial y el conocimiento de alguna de sus tecnicas.Los pasos deben ser seguidos de forma adecuada.Si fallamos en algunos podemos encontrar problemas.Hay que establecer perfectamente la calidad de las hembras que vayamos a usar porque los avances geneticos son mas caros.Las tecnicas se han desarrollado mas en el vacuno.Para la consecucion de la transferencia de embriones hay que establecer una categorizacion de explotacion y de vacas (eligiendo las mejores).Necesitamos unas vacas denominadas vacas donantes y un segundo grupo llamado vacas receptoras.

Vacas donantes

Son aquellas vacas que presentan un elevado valor genetico y tienen algunos problemas en su capacidad paternal,patologias infecciosas,presenta una mayor estacionalidad en sus producciones.Se basa en tres sistemas.

- Capacidad genetica de sus antecesores (produccion de carne,leche,...).
- Capacidad reproductiva.
- Animales cuya descendencia va a ser mas valorada.

Podemos aplicar otros parametros para seleccionar (conformacion de la vaca,regularidad en los celos o algun tipo de esterilidad).No seleccionaremos vacas enfermas,gordas o mal nutridas.Es mejor que sean vacas facilmente manipulables en su ciclo sexual.Si la donante es buena,la receptora tambien debe ser buena.

Vacas receptoras

Se ve la calidad y la disponibilidad economica.Es conveniente tener alguna vaca en reserva en una explotacion para su receptora.La receptora ideal es una vaca joven (menor de diez años),con un perfecto aparato reproductor (si fuera necesario se provocaria un aborto antes de 100 dias),sin enfermedades infecciosas,que presente una capacidad fecundante demostrada,sin partos problematicos,con buena capacidad reproductiva,buena madre y que no tenga mal caracter (que no sea nerviosa y poco manejable).Las receptoras deben ser cuidadas con esmero y vigiladas en todas las condiciones de manejo.No se aconseja comprar hembras para receptoras pero si novillas gestantes,dejarlas que paran,ver el resultado y dejarlas como receptoras.Es conveniente tener algunas mas de las necesarias.

Manejo

Son una serie de operaciones,las cuales se detallan a continuación.En primer lugar se debe detectar el celo de las vacas y una vez detectado se procede a sincronizarlo.Esto es basico para obtener exito.Se deben vigilar

meticulosamente los animales para observar cuando se produce la sintomatología externa (exploración diaria). Se establecen las fichas donde se anotan la fecha y la hora de la exploración el método usado en la detección del celo, anotar si la vaca está en celo, si es sospechosa de estarlo o si lo está seguro, se anota en un calendario y se predice cuando será el próximo. Es conveniente no hacer grupos de más de 40 animales. Si la sincronización no nos permite establecer relaciones entre las vacas de un grupo y de otro, debemos sincronizar artificialmente los celos. Esto es para que el embrión que se forme en los donantes, al pasarlos a la receptora encontremos un medio aproximadamente igual al que tenían.

La sincronización del celo se hace mediante el uso de diversos hormonales (prostaglandina F₂). Los tratamientos se deberán efectuar en las vacas donantes y receptoras, aunque mucho más en las receptoras para que lleguen a ellos todos los embriones (7 u 8). Para que la vaca donante de 7 u 8 embriones debemos aplicar un tratamiento de superovulación o de estimulación folicular. Una vez que la vaca donante ha producido los ovulos, los expulsa hacia sus trompas y se fecundan los ovulos. Estos se fecundan mediante técnicas de inseminación artificial, teniendo en cuenta que la hembra cuando ovula con estos tratamientos no manifiesta el celo de la misma manera que si lo hiciera normalmente (celo silencioso). La inseminación debe ser mucho más cuidadosa y mucho más abundante en tiempo y cantidad. Podemos usar tanto semen fresco como semen congelado. La aplicación debe ser vigilada porque un aparato con muchos más ovulos es mucho más sensible que cuando ha ovulado normalmente, habiendo un mayor peligro de no fecundación. Luego utilizaremos un método de recuperación de embriones. Estos son :

- *Cruentos* ; que son los quirúrgicos u de operación del animal. Estos métodos dan problemas por la técnica quirúrgica y por los daños producidos.
- *No cruentos* ; son los más usados. La técnica se llama **Técnica de extracción embrionaria transcervical**. Debemos recuperar los embriones de 6 a 9 días tras la fecundación (fase de blastocistos), pero controlaremos la edad del embrión para conseguir una vaca receptora cuyo aparato reproductor replique las mismas condiciones ambientales que tenía el embrión a esa edad en su madre. El procedimiento consiste en un sistema de gomas o tubos que permite la entrada y salida continuada de una solución estéril que lava el cuerno y la porción inicial de la trompa y que recupera flotando o incluidos los embriones. Debemos sujetar bien la vaca, retiramos la cola, limpiamos la vulva y la nalga y anestesiarnos de forma local al animal. Metemos la mano por el recto y localizamos los ovarios. Vamos al ovario que más haya funcionado. Introducimos un tubo con una dilatación intermedia hinchable, que forma un balón. Colocamos el tubo hasta las proximidades de la trompa de Falopio e hinchamos el balón para que se obture el cuerno correspondiente, con lo que tenemos un habitáculo cerrado en el que introducimos la solución estéril. Una vez que el líquido ha recuperado los embriones, extraemos el líquido por el mismo tubo hasta un recipiente. Esta operación la realizamos varias veces para asegurarnos la efectividad del lavado. El tubo se llama Catéter tipo Foley. La solución estéril es salina y fosfatada, que tiene suero de bovino al 1% y que además debe estar atemperada a 37°C. El método es muy bueno, extrae casi todos los embriones y suele actuar por gravedad, no siendo bueno que sea por presión.

Una vez extraídos los embriones, dejamos reposar el frasco con los embriones dentro, manteniendo la temperatura durante 30 minutos durante los cuales se decantan los embriones hasta el fondo. Podemos calcular que los embriones están en 800–900 mm de líquido. Una vez decantados, quitamos líquido y calentamos hasta que haya unos 200 mm y se distribuyen los embriones por placas Petri con el fondo cuadrículado, de manera que pueden contarse.

Manejo del embrión

Al embrión hay que mantenerlo en solución estéril con un pH 7.2–7.6, en recipiente cerrado a 37°C y a ser posible con una atmósfera de CO₂ al 5%. Tendremos que darle una solución nutritiva con sales minerales, vitaminas y aminoácidos, pudiendo llevar algún antibiótico. El material a usar deberá ser estéril y que no sea reactivo. El suero debe ser estéril y debe llevar algún tipo de proteína que aparte de favorecer el

posible rechazo a la solución, facilitara que los embriones se peguen a las paredes de las placas. Una vez que tenemos separado el embrión, procedemos a su estudio y valoración. Debemos estimar que los estadios embrionarios deben ser iguales. Los embriones escasa o excesivamente desarrollados los inutilizamos, a no ser que consigamos hembras cuyo medio uterino pueda reproducir esas edades. Seleccionamos los mejores embriones y para ello veremos la morfología embrionaria (membranas, tamaño,...), valoraremos la composición de las células, tamaño, forma, el hecho de que todas sean iguales, el color del citoplasma, la textura,

si hay algún tipo de vesículas, si hay presencia de células extrañas o dañadas, veremos el diámetro final del embrión y detectaremos restos celulares del óvulo.

Es importante que en la manipulación de los embriones el medio se mantenga estéril y que se mantenga favorable para el desarrollo embrionario, con lo que es conveniente renovar la solución cada 60 minutos. Podemos almacenar estos embriones con refrigeración si su uso no va a ser inmediato, o bien congelarlo si lo que queremos es usarlo a lo largo de un largo espacio de tiempo. Para ello los llevamos a laboratorio rápidamente y ya individualizados estos embriones en pajuelas donde fueran a ser congelados. El congelar los embriones nos dará una serie de ventajas, como la conservación indefinida de un material genético de calidad, nos permitirá su uso en cualquier momento del año, el transporte a largas distancias y aplicarlo en razas que nada tengan que ver con la original, la conservación de razas en extinción.

El problema es el de las patologías conservadas en los embriones, como el virus de las vacas locas, o que si no ha habido una buena selección, la recuperación de esos animales no son los mejores (elevados gastos de personal cualificado e instalaciones,...). Para evitar lo anterior, solo seleccionamos un 15% de embriones obtenidos. Hay otro problema no solucionado que es el de la descongelación embrionaria (por rotura de la membrana celular), pues el 10% de los embriones descongelados se estropean. Los embriones a congelar y utilizar deben ser clasificados en un archivo. Debemos poner en una ficha para cada embrión el nombre de donante y receptora, la fecha de extracción, la raza, el nombre de su padre, un número, otros datos adicionales de la vaca tales como su productividad o tratamientos aplicados,... Lo más importante es colocar el embrión, lo que se hace mediante el uso de diversas técnicas

- Mediante el uso de técnicas cruentas o quirúrgicas, directas, con el uso de anestesia general. Podemos simplificarlo usando anestésicos locales y haciendo incisiones en los flancos del animal, habiendo problemas por la herida, acceso real al útero,...
- Técnicas no quirúrgicas, que antes daban problemas de infecciones pero que ahora consiguen colocar el embrión rápidamente. Se hace con anestesia local y tiene el mismo fundamento que la inseminación artificial. Lavamos la vulva, retiramos la cola, metemos la mano en el recto, sujetamos el cuello del útero y con una pistola de inseminación en la que está la pajuela, la introducimos en la vaca que haya tenido el celo. Los problemas están en el paso del cuello del útero, sobre todo en novilla que lo tiene muy cerrado, también la sensibilidad de la mucosa uterina, el cansancio del operario,... Así el % de fertilidad puede ser bajo. Una vez producida la implantación, hay que cuidar y vigilar a la vaca para que no le salga el celo tras la implantación, para que no se desincronice, para que no haya aborto en el último tercio de la gestación (del 1 al 3% de gestaciones así realizadas, pueden abortar). No se le harán a la vaca transportes, tratamientos ni situaciones estresantes. Finalmente llega el parto, pudiendo encontrarlo antes de tiempo, que tendrá cuidados especiales. No habrá partos distócicos, pues ya se habrán prevenido con anterioridad (inadecuación del embrión con la madre).

CRECIMIENTO Y DESARROLLO

El crecimiento es básico para entender los procesos de producción animal, pues la buena consecución de este fenómeno dará lugar a la perpetuación de la especie, a los procesos productivos generales, tanto de carne como de leche. El crecimiento es consecuencia de su nacimiento y lo entendemos como unas fases obligatorias para alcanzar la plenitud de facultades de los individuos. Existen diversas definiciones sobre el crecimiento, dadas por diversos autores que reflejan estos conceptos, aunque también pueden establecer unas normas básicas para

todas las escuelas. Por ejemplo Hammond define el crecimiento como la suma de todos los procesos biológicos y químicos que empiezan en la fecundación del óvulo y termina cuando el organismo alcanza el tamaño y conformación propia de la especie, incluyendo sus capacidades fisiológicas. Scholoss dice que es el incremento de masa corporal con el tiempo, según las características de cada especie. Brody dice que es un cambio relativamente irreversible de la dimensión corporal. La base general del crecimiento de animales, es la multiplicación de las células, que da lugar a un incremento del tamaño de los tejidos y que se llama Hiperplasia.

El crecimiento se completa con un incremento del tamaño de las células o Hipertrofia. Existen una serie de factores que condicionan el crecimiento y lo pueden inhibir, situándolo bien en su forma normal, o bien más reducido :

- Falta de nutrientes.
- Falta de espacio.

Estos 2 factores van ligados, pues aunque encontremos animales con una genética potencial si no lo alimentamos lo suficiente, no crecerá bien. Y también a la inversa.

Los fenómenos de hipertrofia e hiperplasia pueden encontrarse en los diversos tejidos del animal en diferentes fases. Existe primero la multiplicación celular y luego viene el crecimiento de la célula. La duración de cada una de las fases dependerá de cada tejido que conforma el animal y de la especie que tratemos y de su edad. Se puede decir que a cada edad corresponde un cierto desarrollo de tejido.

Fases del crecimiento

1) Prenatal : Transcurre desde la fecundación hasta el parto.

- *Huevo o blastocisto.* La fase de huevo va desde la fecundación hasta que se produce la blastula y la diferenciación celular, aunque existe una capacidad muy grande en las células de transformarse en cualquier tipo de tejido (**células totipotentes**). La fase de huevo tiene diferente duración según la especie. En ovino y porcino son 10 días. En vacuno son 11 días. El tamaño del embrión será diferente según la especie, pero también estará influenciado por la nutrición.
- *Estadio embrionario.* El estadio embrionario va desde la fase anterior hasta la formación de la placenta y su funcionalización. Este estadio es importante, pues en este momento habrá diferenciación celular con diferenciación de tejidos y órganos, fase de Gastrula y será esencial asimismo para la diferenciación sexual y su potencialidad de crecimiento. La duración es diferente según la especie. En ovino son 24 días. En porcino 26 días. En vacuno 35 días.
- *Estadio fetal.* El estadio fetal va desde la formación de la placenta hasta el parto. Es el más importante en el desarrollo, donde más cambios se producen, aunque es en el último tercio de la gestación, cuando se produce el crecimiento definitivo y mayor del feto. La fase dura 113 días en ovino, 81 días en porcino y 247 días en vacuno. En esta fase habrá una gran influencia del aparato reproductor de la hembra y su capacidad uterina, pues de esta capacidad dependerá el desarrollo placentario y la placenta que será el órgano protector del feto, suministrándole nutrientes, etc.,... El crecimiento del feto será proporcional al desarrollo placentario. Además, el desarrollo del feto en el nacimiento será proporcional al desarrollo posterior del animal en la fase postnatal.

2) Postnatal : Transcurre desde el parto hasta el estado adulto.

- *Cabeza, cuello y extremidades.*
- *Conformación corporal. Crecimiento de órganos internos (Rumen y Reticulo en rumiantes).*
- *Ensanchamiento general y grasa.*
- *Anchura y profundidad del animal.*

El crecimiento de los animales se puede expresar mediante graficas que nos relacionan el peso vivo (PV) con su edad. Son graficos de tipo sigmoideo en todos los animales, excepto en el caso del hombre :

PV PV

ANIMAL

HOMBRE

1 3 2

EMBRION EDAD NACIMIENTO EDAD

La curva presenta 3 fases perfectamente diferenciadas :

- **Fase de aceleracion.** En esta fase encontramos fenomenos de hipertrofia y de hiperplasia muy acusados, ya que no existe ningun tipo de factor limitante, ni de nutrientes ni de espacio. Ademas nos encontramos que la velocidad de crecimiento de la celula esta en funcion del numero de celulas y del tamaño que estas tengan (a mas celulas y mayor tamaño, mas facilidad para crecer).
- **Fase retardada.** En esta segunda fase se produce el fenomeno contrario ; existe un crecimiento pero muy condicionado a la presencia de fuerzas inhibidoras (sobre todo de espacio y tambien de nutrientes). La velocidad de crecimiento estara en funcion del peso y del numero de celulas que falten para alcanzar su peso maximo teorico. En la edad adulta el crecimiento se anula.
- **Fase del punto de inflexion.** Entre la fase de aceleracion y la retardada, encontramos la fase intermedia o la fase de punto de inflexion, es el momento en el cual se produce el cambio en la velocidad de crecimiento, pero en ese punto, la velocidad de crecimiento es maxima. La mortalidad es minima. El coste alimentario tambien. En esta fase, el animal presenta el 60-70% del PV, con lo que en condiciones adecuadas, alcanzara la pubertad

El conocimiento de las fases y del tiempo en que se producen, permitira conocer la edad fisiologica del individuo, aunque en cada una de las especies nos encontremos variaciones importantes en el tiempo de sus curvas de crecimiento. Existiran diferencias entre razas e individuos, marcadas por la genetica de los animales. La velocidad de crecimiento sera fundamental sobre todo en el caso de animales de produccion carnica, pues permitira que estos animales alcancen pesos importantes antes de llegar a su peso adulto. Las curvas de crecimiento pueden reflejarse de diferente forma y nos pueden ayudar al estudiar una raza, a comprender mejor la forma de su desarrollo y a establecer unas pautas de manejo de la alimentacion. Para ello construimos diferentes curvas que nos relacionan la edad con el peso. Segun la edad del animal, nos podemos construir esta otra de incremento de peso segun la unidad de tiempo, o % de incremento de peso en funcion de su edad.

%

TIEMPO TIEMPO

Hay otras curvas que nos pueden expresar parcialmente el incremento de cada uno de los tejidos que conforman al individuo. Estas curvas nos pueden dar una informacion sobre la eficacia de nuestro medio de produccion y tambien nos puede permitir saber cual es el momento optimo de sacrificio de un animal para la produccion de carne. Entonces expresamos por un lado el crecimiento de peso del animal y por otro el contenido en grasa del animal, musculo, hueso y resto de tejidos.

Este aspecto se vincula estrechamente al concepto de desarrollo de los animales. El desarrollo de los animales esta definido por Hammond como el conjunto de modificaciones en figura, conformacion, facultades y

funciones que se producen en el animal hasta alcanzar las características plenas de su especie. Por tanto, en este desarrollo de órganos y tejidos encontraremos una individualidad y también unos cambios generales en la composición química del organismo, en función de estos crecimientos individuales.

En el desarrollo de cada órgano, es importante conocerlo y relacionarlo con el desarrollo general del individuo. El conocimiento de esta relación nos va a permitir determinar si los desarrollos son adecuados, menores o mayores. Esto se determina con el coeficiente de **Alometría o Isometría** que se expresa con la siguiente fórmula :

$$p = K \cdot P^x$$

siendo ,

p = peso del órgano o tejido

K = una constante

P = peso vivo del animal

x = pendiente de la curva de crecimiento que expresa la intensidad de crecimiento.

Desarrollando la curva, obtenemos 3 valores para x :

- **x = 1** : el desarrollo del órgano es igual al del organismo. Esto se llama Isometría. Cuando el órgano estudiado crece desproporcionalmente al organismo, el fenómeno se llama alometría, que puede ser positiva o negativa, en función del crecimiento del órgano.
- **x > 1** : el órgano crece más que el organismo en general (alometría positiva).
- **x < 1** : el órgano crece menos que el organismo en general (alometría negativa).

Esto es importante pues da la velocidad de crecimiento y desarrollo de los tejidos, que viene establecida de una forma genérica para todos los animales, pero que puede ser cambiada en el tiempo. Según Hammond, el orden de crecimiento de los tejidos es este :

- Tejido nervioso
- Tejido óseo.
- Tejido muscular.
- Tejido graso.

PESO

NERVIOSO ÓSEO MUSCULAR GRASO

TIEMPO

Se pueden acortar o alargar en el tiempo estas formas de crecimiento. De tal manera que los cambios en la composición química del organismo van a ser función de la edad y del método de manejo que le demos a ese animal. Normalmente a medida que el animal crece hay una disminución en el contenido de minerales, un aumento en la cantidad de grasa, mientras que la cantidad de proteína y de agua siguen constantes. Además, encontramos que no solo influye el manejo, sino que también influye un factor relacionado con la especie, de manera que hay especies con mayor contenido general de grasas que otras (como el cerdo) y según estas especies, las edades para alcanzar la madurez orgánica es diferente. Esta formación de las curvas se puede variar con el tiempo, pudiéndose acortar la edad de conservación o alargar esta edad. En el caso de

acortarlo, estamos ante animales precoces. Cuando los alargamos, son animales tardíos. La precocidad se basa en un concepto que permite mediante la aplicación de una serie de técnicas de manejo, cambiar las velocidades de crecimiento del animal y sus velocidades de desarrollo, de tal manera que podemos conseguir pesos en los animales, que no son correspondientes a sus edades. La precocidad se consigue mediante la modificación genética de determinadas razas animales, las cuales van a tener esa característica de precocidad que les permitiera alcanzar grandes pesos a edades tempranas, siempre que respetemos las formas de manejo que precisan, principalmente en alimentación y en tiempo. Como consecuencia de la precocidad, el animal alcanzará rápidamente el peso máximo. Además, estos animales desarrollan poco los tejidos que crecen en 1º lugar (hueso) y mucho más los tejidos del final (músculo y grasas). Por tanto, serán animales con mejor conformación carnicera, de más anchura pero que también tienen el peligro de adquirir un elevado contenido graso.

Por tanto, son propensos al fenómeno del engrasamiento. Por último, son animales que necesitan una vigilancia en su alimentación, al exigir una mayor cantidad de energía por kilogramo de carne que producen.

Eumetria, aloidismo y proporciones

Barrow creó unas coordenadas éticas (Trinacom Signapecticom) que clasifica a los animales en función de su peso y su proporción. Con respecto al peso, busca la influencia del volumen sobre el peso.

Eumetria es la proporción óptima entre superficie corporal y masa. A cada especie le da un peso que corresponde al peso eumétrico :

ESPECIE	Peso Eumétrico
Caballo	350–450
Toro	600–700
Ovino	40–60
Caprino	40–60
Cerdo	80–100
Perro	15–25

El eumétrico medio se representa con el signo 0. Los animales con peso superior a su peso eumétrico, serán **Hiperométricos (+)**. Si el peso es menor, será **Hipométrico (-)**. Si es muy poco hiperométrico se llamará **Subhiperométrico (+1)**. Si es muy hiperométrico se llamará **Ultrahiperométrico (+1)**.

Aloidismo se refiere al perfil del animal. Siempre se referirá al perfil frontal. Hay tres tipos de perfiles :

- Ortoide o recto (0)
- Celoide o cóncavo (-)
- Cirtoide o cóncavo (+)

Tanto el celoide como el cirtoide pueden ser SUB y ULTRA, al igual que en las eumetrias

Proporciones se refiere a la relación existente entre la anchura y el espesor con la longitud del animal, de tal manera que aparecen los siguientes tipos :

- Armónicos, Mesomorfos o Mediolineos (0).
- Braquimorfos o Brevilineos (-). Son cortos y anchos.
- Dolimorfos o longilineos (+). Son largos y estrechos.

Engrasamiento

Es el acumulo excesivo de grasa que se produce en un animal, como consecuencia de una sobrealimentación a edades en las cuales el crecimiento muscular ha sido máximo. Cada especie y raza presentan un patrón de deposición de grasa y un patrón de localización de esa grasa. Cuando el individuo alcanza el estado adulto, el único crecimiento que se produce posteriormente es el graso. Cuando el animal nace, la grasa es muy reducida y va ocupando los espacios proporcionalmente correspondientes entre los otros tejidos. Cuando el resto de tejidos está desarrollado, se origina un acumulo de grasa en sus depósitos naturales que nos llevan al engrasamiento, con nefastas consecuencias sobre la calidad y sobre aspectos fisiológicos del animal (capacidad de movimiento, reproductiva, producción de leche, problemas en el parto, ...). La grasa tiene 4 lugares principales de depósito :

1) Grasa subcutánea . Se sitúa debajo de la piel. Son capas finas que se presentan en 3 niveles :

- Nivel externo : se desarrolla pronto pero aumenta poco.
- Nivel medio : aumenta bastante.
- Nivel interno : toca la superficie muscular y se desarrolla en función de la especie. En los cerdos tienen un mayor desarrollo; además hay diferencias de desarrollo de esta grasa según el tipo de cerdo, pues en los grasos es más abundante y precoz que en los magros.

2) Grasa cavitaria : Rodea los riñones. Cuando es excesiva estamos ante animales muy gordos. Si el animal no presenta esta grasa, el animal está desnutrido.

3) Grasa intermuscular : Se sitúa alrededor de los músculos, entre espacios musculares, sobre la superficie de estos o rellenando espacio entre músculos y huesos.

4) Grasa intramuscular : Esta grasa se acumula cuando ya todos los demás depósitos están llenos. Se sitúa entre las fibras musculares. Es importante, pues esta grasa le da un gusto especial a la carne (palatabilidad) de manera que hay razas especialmente preparadas para que contengan esta grasa.

Factores que afectan al desarrollo

A) Intrínsecos : Pueden ser genéticos u hormonales.

- **GENÉTICOS**. Son propios de la especie, de la raza y del individuo. Los factores genéticos determinan el peso, la alzada, la conformación y la corpulencia de los animales. Los procesos de selección que realmente serán establecidos por el hombre, pueden llevar a los animales a tener las mejores características de precocidad, proporción de piezas carnicas y mejores canales. Aunque la respuesta que el animal da al proceso de selección, dependerá del grado de heredabilidad de las características a seleccionar. Por ejemplo para el vacuno nos interesará caracteres de carne en general, espesor de grasa, ... Seleccionar a los animales para cierta conformación conllevará la renuncia de otros caracteres de conformación. Así, cuanto más selectos sean los animales, mejor manejo necesitarán. Trataremos de eliminar en animales de carnicería, todas aquellas partes que no forman la canal, pero evitaremos que los animales sean gigantes, enanos, ... Buscaremos que sean precoces (en animales de carne) pero que no se engrasen, buscando un equilibrio en el desarrollo que nos permita optimizar la producción.
- **HORMONALES**. Se relacionan con el sexo del animal. Influye en que las hormonas determinan el desarrollo y el crecimiento, existiendo diferentes categorías en su actuación, pero las hay de acción directa e indirecta sobre órganos que regulan ese metabolismo. La funcionalidad hormonal de los individuos puede ser condicionada, pero una vez establecida, la mayor o menor capacidad del individuo para generar hormonas, condicionará su desarrollo. Las más importantes son :

– **Somatotropina (STH)** : hormona del crecimiento producida por el LAH y es específica para cada especie, condicionando el desarrollo prenatal y tendrá gran influencia en el desarrollo final del individuo; favorece la descomposición de las grasas y la asimilación de la glucosa; favorece la retención de

agua, la asimilación de aminoácidos libres y los procesos de formación de los huesos y de los músculos.

– *Adenocorticotropa (ACTH)*, *TSH* y *Gonadotropinas* : tienen acción favorecedora del aumento de peso en los animales y del crecimiento y desarrollo de los órganos sobre los que actúan.

– *Tiroxina* y *triiodotironina* (del tiroides) : estimulan los procesos oxidativos de las células. Su carencia provoca falta de apetito, de grasa, bajada del nivel de glucosa en sangre y menor desarrollo muscular.

– *Paratohormona* : metabolismo del Ca y P (decisivos en la formación del esqueleto).

– *Glucocorticoides* y *mineralocorticoides* (de glándulas adrenales) : metabolismo del agua, minerales, glucidos, lípidos y protidos.

– *Andrógenos, estrógenos y progesterona* : los andrógenos estimulan el apetito y favorecen la retención de nitrógeno. Los estrógenos dificultan el crecimiento de los huesos largos y tienen una acción calcificadora del LIH en la hembra. En ovino y vacuno provocan una mayor síntesis de proteína, retención de Ca y P y precocidad. La progesterona aumenta el apetito y tiene acción anabólica en la hembra favoreciendo la fisiología general de esta, sus gestaciones, el desarrollo embrionario.

El peso de hembras al nacer y en la edad adulta es menor que el del macho. Por tanto estos tienen mayor peso, mejor ciclo productivo y manejo. El riesgo es la peor conformación en la canal por exceso de grasa.

B) Extrínsecos : Pueden ser ambientales y nutritivos.

• **AMBIENTALES** :

– *Temperatura* : las altas temperaturas provocan un incremento del metabolismo y del crecimiento. Con las bajas, el animal come más para calentarse, sin que ello contribuya a incrementar la producción.

– *Humedad* : afecta a la transpiración y a las vías respiratorias. En ambientes húmedos y cerrados se consume menos, hay exceso de fatiga y mayor transmisión de enfermedades por el aire. En ambientes secos se resecan las mucosas y si hay polvo los animales tendrán estrés por dificultades respiratorias.

– *Viento* : En animales de régimen extensivo, estos buscarán refugio, lo que conlleva una pérdida de energía, frío e impedimentos mecánicos al movimiento. En régimen intensivo se harán ventilaciones controladas.

– *Estructuras* : serán las puertas, ventanas, paredes, distancia del suelo al techo y refugios.

– *Jerarquía* : en grupos animales se presenta el inconveniente de la predominancia del más fuerte sobre los demás. Se evita separando unos animales de otros.

– *Manejo* : serán la higiene, comidas, personas de la explotación y animales nuevos.

- **NUTRITIVOS**. Según sea esta los animales podrán desarrollar su potencial genético o no. Será importante desde las primeras fases de la formación uterina. En las primeras fases de la gestación la influencia dependerá de las reservas orgánicas de la madre. Las necesidades son tan grandes que se genera una competencia entre feto y madre, que puede ser perjudicial. Si en esta fase hay subalimentación, la hembra opta por salvar su vida a costa de la del feto. Sin embargo no se debe sobrealimentar para evitar el engrasamiento, el cual podría dificultar el parto.

– *Crecimiento diferencial* : una vez nacido el animal se entra en la fase extrauterina, en la que según sea la

edad del animal, así será la alimentación de este, lo cual dará lugar a distintos crecimientos en los tejidos del animal y esto produce composiciones químicas diferentes hasta que el animal llega al estado adulto. Esto se llama crecimiento diferencial.

– *Experiencia de McKeenam* : hizo cuatro grupos de cerdos y a cada grupo los alimentó de diferente manera. Al primero lo alimentó siempre bien. Al segundo lo alimentó al principio bien y al final mal. Al tercero al principio mal y al final bien. Al cuarto siempre mal. Así los cuatro grupos eran AA, AB, BA Y BB (siendo A bien y B mal). El AA obtenían antes el peso del sacrificio pero tenían mayor cantidad de grasa que el resto. El BB era el más tardío, pero tenía un mejor desarrollo del esqueleto y menos grasa. El AB y BA obtenían el peso al mismo tiempo, pero el BA era el más engrasado.

– *Crecimiento compensatorio* : basado en el crecimiento diferencial de los tejidos, trata de obtener unos animales a más largo plazo peor con una mejor musculatura y con el peligro de un posible engrasamiento. Es la capacidad de los tejidos de recuperar el ritmo de crecimiento y el grado de desarrollo normal tras un periodo de subalimentación, basándose en el potencial genético. Se nota más en razas rústicas de crecimiento lento y con bajas necesidades nutritivas. En animales precoces es muy bajo. En la subalimentación el animal adelgaza y disminuye su tejido óseo, pareciendo más joven de los que es. Luego en la realimentación tratamos de llegar a las condiciones normales de su edad. Se produce mejor en tejidos de desarrollo tardío. Se mide con el parámetro de intensidad de compensación

– *Intensidad de compensación* : diferencia entre el peso normal del animal sin sufrir alteración en la alimentación y el peso que ese mismo animal alcanzaría después de sufrir un proceso de crecimiento compensatorio. Cuando la intensidad de compensación se anula, el peso alcanzado por el animal coorespondería al mismo que tendría en condiciones normales. Los factores que influyen en él son :

1. Grado de desarrollo alcanzado en el momento de aplicar el proceso. Si este es bueno, antes de llegar al punto de inflexión en la curva de crecimiento, el animal se recuperará mejor que si estuviera en la pubertad o en fases más tardías.
2. Calidad de dieta en subalimentación. No debería ser en exceso rica en energía o proteínas, sino que será equilibrada en ambos componentes, ya que puede haber engrasamiento en detrimento del tejido óseo y muscular.
3. Cantidad de alimento en subalimentación. Si es baja, la intensidad de compensación será peor, pero tampoco conviene que sea alta para no correr riesgos al realizar la realimentación.
4. Duración de la fase de subalimentación. Depende de muchos factores. El vacuno puede aguantar hasta un año.
5. Grado de realimentación. Cuanta mayor cantidad y calidad tenga, antes llegaremos a este grado de desarrollo óptimo en el animal.

INMUNIDAD

Las explotaciones, dirigidas a una producción determinada, se basan en un potencial genético. A este potencial inicial se le ayuda con condiciones de manejo, instalaciones y alimentación adecuada. Existe un tercer eslabón en la cadena de producción que puede actuar como factor en primer lugar limitante y en segundo lugar determinante. Este factor es la presencia de patologías en la explotación. Hay un elevado riesgo de caer en procesos patológicos en animales con la productividad al máximo, al tener forzada su fisiología y en cualquier momento un factor extraño puede enfermar al animal. Si los procesos de enfermedad afectan a pocos animales o están afectados de forma subliminal, estamos ante factores limitantes, al no poder obtener los máximos rendimientos. Si lo dejamos avanzar puede producir una pérdida continuada que puede convertirse en

limitante. Si la presencia de la enfermedad en la explotación es masiva y brutal, origina una pérdida en la actividad y que si es determinante para el fracaso de la explotación. La defensa contra la enfermedad se puede establecer mediante medidas de higiene y profilaxis. Las medidas de higiene son todas aquellas normas que estableceremos y todos los medios que aplicaremos para prevenir a los animales de la enfermedad, manteniéndolos en un perfecto estado de salud y de equilibrio entre estos animales y el medio ambiente que les rodea. Una de las medidas mas interesantes para la prevención de la enfermedad, es la aplicación de sistemas de inmunidad o la aplicación de la inmunización. Esta inmunización es la resistencia que ofrece un organismo al desarrollo de un determinado agente patógeno, de forma que evite que se multiplique y desarrolle una enfermedad, que puede ser de tipo infeccioso como bacterias, virus o micoplasmas o parasitario ya sea interno (Nematodos, Cestidos) o externo (insectos, ácaros, hongos).

La inmunidad es propia de los individuos y trata de evitar la proliferación de estos organismos. Para ello hay mecanismos mas o menos complejos de defensa del animal que aplica en el momento de detección de la presencia de los gérmenes. Estos mecanismos son celulares o humorales (presencia de anticuerpos). Así, el animal desarrolla mecanismos mas o menos efectivos. Los gérmenes también tienen mecanismos de contradenfensa. En función de la virulencia del germen, así será la enfermedad. Ciertos factores pueden favorecer la infección o la infestación, como sensación de estrés (por mal manejo), carencia de vitaminas y minerales, ... Esto provoca una reacción de debilitación que es aprovechada por los gérmenes para. Cuando se establece la entrada de un germen en el organismo, hay una primera reacción orgánica que consiste en el acumulo rápido del sistema inmunitario celular sobre el foco de entrada. El proceso es complicado y da lugar a una hinchazón del punto de entrada y en segundo lugar a un enrojecimiento de la zona. Entonces se favorece el funcionamiento del eje hormonal hipofisis-corteza adrenal, pues esta corteza adrenal segregará los mineralocorticoides que favorecerá la entrada de los leucocitos en las células de los tejidos.

Con esta única posibilidad se terminaría acabando con el germen, pero a veces se provoca por esto una elevación de temperatura tan grande que provoca un remedio peor que la enfermedad. Por ello debe haber un mecanismo de regulación de leucocitos, regulado por la corteza adrenal, la cual observa que si la concentración es excesiva, segrega glucocorticoides que disminuyen los fenómenos defensivos y la inflamación. Lo ideal es no llegar a esta fase. Para ello está el mecanismo de inmunidad.

Tipos de inmunidad

- *Inmunidad congenita o natural.* Es la que tiene el animal por el hecho de nacer. Es una inmunidad de especie, raza, individuo o edad. Así nos encontramos especies que no son aceptadas por una cierta enfermedad y que si lo son por otras. La peste porcina africana es virica y afecta al cerdo, pero no al jabalí, que si puede transportarlo. También se puede observar la congenita en enfermedades que han sido sufridas por la madre y que se transmiten a través del parto a la cría. Así, aunque sea temporal, es congenita.
- *Inmunidad adquirida.* Es la recibida externamente, sobre todo del ser humano, para evitarle la presencia de una enfermedad. Puede ser activa o pasiva.

A) Activa : aquella mediante la cual el organismo se ve obligado a defenderse ante la presencia de un determinado germen inoculado de forma controlada y en pequeñas dosis. Ese vehículo que entra en el interior del animal para desarrollar una enfermedad de tamaño reducido, lo llamamos antígeno y el organismo se defiende de él, elaborando las defensas pertinentes o anticuerpos. Los antígenos son sustancias capaces de provocar una reacción humoral del organismo para la elaboración de anticuerpos. Los antígenos son proteínas o partes de proteínas (polipeptidos) y pueden tener diversos orígenes. Incluso también pueden ser tóxicas. No son antígenos ni las albuminas presentes en los tejidos ni algunas sustancias próximas a las albuminas. Los anticuerpos también tienen naturaleza proteica y son específicos para cada uno de los anticuerpos que entren. Los anticuerpos intentan destruir al antígeno, ayudándose del sistema celular y suelen formarse en las células plasmáticas, a nivel de los ribosomas que están en los ganglios linfáticos del bazo y de la médula. Los

anticuerpos formados tienen capacidad de recuerdo. Los anticuerpos reciben el nombre de inmunoglobulinas (i.g.) y existen diversos tipos estas pues esta proteína puede variar su número y colocación de aminoácidos. Las más importantes son :

- **i.g. G** : constituye el 60 % de las existentes .Es la más importante.
- **i.g. M** : son las primeras en aparecer al inocular cierto antígeno. Si es capaz de controlar la enfermedad no aparece la G, pero si no puede, si aparecerá la G.
- **i.g. A** : se desarrolla a nivel del tracto gastrointestinal y de la glándula mamaria.
- **i.g. D** : indica cronicidad en la enfermedad o que la infección es muy fuerte.

B) Pasiva : consiste en suministrar al organismo sustancias o suero con los anticuerpos específicos contra una cierta enfermedad ya formados. Entonces el animal no desarrolla unos anticuerpos sino que los recibe del exterior. Por tanto no sabe defenderse y no se inmuniza de forma activa. Existe otra posibilidad que es la inmunidad local. Esta se refiere a la posible capacidad de defensa de unos órganos del animal a una cierta enfermedad y la no capacidad de defensa de otro. Esta sirve para diagnosticar y defendernos de la enfermedad. Podemos encontrarnos casos curiosos en el proceso de inmunidad. Por ejemplo los animales pueden desarrollar inmunidades a ciertos gérmenes y sin embargo no desarrollar la inmunidad a las toxinas que produce ese germen, lo que es más peligroso aun, pues es posible que esos gérmenes hayan muerto ya y nos encontremos la toxina (por ejemplo, botulismo). La inmunidad activa más importante es la vacunación que es la inoculación de un antígeno de cierta enfermedad para que el organismo desarrolle su defensa.

Tipos de Vacunas

- *Vacunas con género vivo activo.* Se aproxima a la infección natural de un organismo y es la que produce la inmunización más efectiva y natural. Ocurre que al inocular un germen vivo y activo es posible que el animal reciba dosis excesiva de germen y sufra la enfermedad siendo esto un peligro para el animal y para la explotación. Así, pocos gérmenes se prestan a estas vacunas y se usan poco. Además la eficacia de estas vacunas no es mucho mayor que la de otras menos peligrosas.
- *Vacunas con género vivo atenuado.* La vacuna de gérmenes vivos atenuados consiste en la utilización de unos gérmenes a los que se les ha reducido por agentes físicos, químicos o biológicos la virulencia o el peligro de manera que no ataca al no tener la misma capacidad patógena. Pero el hecho de estar vivos, les da cierta capacidad.
- *Vacunas con género muerto.* Es muy usada al no tener peligro, pero la destrucción del germen no implica que haya perdido su capacidad antigenica.
- *Vacunas con género y suero.* Presenta una buena utilidad porque aseguran la resistencia a la enfermedad del animal, incluso aunque la virulencia del germen aplicado sea grande. Por un lado aplica el anticuerpo y por otro el antígeno con el germen. También se evita que el animal este expuesto a la enfermedad antes de vacunarse.
- *Vacunas con géneros muertos y vivos.* La vacuna de gérmenes vivos y muertos va buscando por un lado la especificidad antigenica por el mero hecho de la presencia del germen y por otro lado la capacidad antigenica de multiplicación de ese germen. Se usa para enfermedades como la rabia.
- *Vacunas con toxinas de los gérmenes.* Las vacunas anatosinas son toxinas procedentes de gérmenes a los cuales se les ha sometido a un proceso de selección para que no tengan efectos tóxicos. Esta toxina bloquea la posible toxina producida por el germen.

- *Vacunas con germen sensibilizados con sustancias diversas o con generos propios de una explotacion (autovacuna).* Preparadas a partir de germen de diversa etiologia, presentes en la explotacion y que provocan un proceso infeccioso indeterminado dificil de batir con tratamientos especificos. En inmunidades pasivas, solamente se ha demostrado una buena eficacia cuando hablamos de enfermedades bacterianas. El suero cargado de anticuerpos procedera de animales completamente inmunizados. Aplicamos la vacunacion y pasado un tiempo recogemos sangre, filtramos el suero y recogemos los anticuerpos. Podemos buscar animales que de forma congenita tengan los anticuerpos.
- *Otros tipos de vacunas.* Las vacunas de virus sensibilizados llevan el virus en un sustrato tipico del animal, de tal forma que ese germen lleva ya aparejado un anticuerpo. El animal fabrica defensas, no solo contra el virus, sino tambien contra el anticuerpo. No evita a veces la capacidad de mutacion del virus y se usa en enfermedades peligrosas como viruela bovina. Vacunas con sustancias diversas, son vacunas fabricadas con germen atenuados o muertos a las que se adicionan vaselinas, aceites o lanolinas que tienen como mision favorecer la entrada de la vacuna en el organismo y preservar durante mas tiempo su accion.

La inmunidad pasiva es efectiva pero corta. Existen peligros al aplicar las vacunas, que son las reacciones vacunales o respuestas negativas ante la inoculacion de la estas.

Reacciones vacunales negativas

- Reacciones locales. Consisten en el punto de aplicacion de la vacuna, la aparicion de inflamacion o edema mas o menos doloroso.
- Reacciones o sintomatologia general. Aparicion de fiebres ligeras o fenomenos de hipersensibilidad a las vacunas (diarreas, vomitos,...) apareciendo de forma rapida y aparatosa y en ocasiones puede producir la muerte.
- Activacion de ciertos fenomenos de alergia, de tal manera que en la primera aplicacion de la vacuna, los animales estan perfectos, pero en la segunda, resulta que el animal ha desarrollado una defensa, apareciendo una alergia que hasta puede provocar la muerte.
- Anergia. El animal recibe la vacuna y durante un tiempo mas o menos largo no expresa sensibilidad alguna a esa vacuna. En cierto momento y de forma sorpresiva, el animal desarrolla un fenomeno de alergia.
- Muerte por shock del animal (es raro pero a veces ha sucedido).

Otros motivos de fracaso de las vacunas

Ademas de las reacciones vacunales, hay otros motivos por los que la vacunacion puede fracasar :

- Es posible que hallamos aplicado la vacuna tarde o que la enfermedad aparezca pronto, lo cual puede estar debido a que la vacuna no estaba bien preparada y el virus no estaba del todo atenuado, a que el animal ya estaba enfermo sin sintomas externos o a que puede que el animal sea muy receptivo a la enfermedad y ni con vacuna la vencen.
- La vacuna estaba en mal estado.
- Las dosis aplicadas no son exactas, habiendo poca inmunidad.
- Las vacunas de germen muertos tienen una ventaja y es que no hay fase negativa de la inmunidad, pero esta es mas corta y mas pequena, habiendo que aumentar la dosis.
- La aplicacion ha sido incorrecta, ya sea por el mal momento en que pueda encontrarse el animal, el mal estado del instrumental o un diagnostico equivocado.

Otros metodos de profilaxis

La inmunizacion es un proceso de profilaxis, pero hay otro tipo de profilaxis que usaremos para evitar el contagio directo o indirecto de los animales de nuestra explotacion :

A) Metodos de aislamiento de animales.

Aislar al animal es separar a los animales enfermos o sospechosos de los que suponemos sanos, colocando a estos animales en lugares alejados de la explotacion en si y a lugares que favorezcan su recuperacion. Esto lo podemos aplicar con los sospechosos. Existen diferentes tipos de aislamiento :

- *Emigracion*. Movilizacion de animales sanos, al sospechar que toda la explotacion puede transmitir la enfermedad.
- *Acantonamiento*. Metodo que se aplica a nivel general de explotacion o de territorio, de forma que aparte de que los animales esten sanos o enfermos, las explotaciones no pueden movilizar los animales pues todos son sospechosos.
- *Secuestro*. Consiste en el traslado del animal enfermo o sospechoso desde donde vive hacia una dependencia de la autoridad, que es la que lo controla.
- *Cuarentena*. Consiste en retener a los animales en un local determinado para observar su comportamiento y evolucion, aparte de que esten enfermos o no.
- *Cordon sanitario*. Consiste en establecer un marco de actuacion en unos territorios cuando en ellos aparece un determinado foco contagioso.
- *Lazareto*. Local con determinadas características de higiene que tendremos en la explotacion y en el cual meteremos a los animales sospechosos. Como una enfermeria.

Al aplicar estas medidas debemos evitar el robo, la fuga y el cambio de animales por otros.

B) Metodos de sacrificio de animales.

Si los animales sufren una enfermedad irreversible o muy peligrosa se sacrifica, lo que conlleva su muerte y eliminacion de los cadaveres. Para ciertas enfermedades se matan a sospechosos y a enfermos. Los cadaveres deben incinerarse, lo cual es peligroso al ser al aire libre, o cremarse a puerta cerrada. El metodo de sacrificio depende de muchas cosas, pero deberian ser poco cruentos y efectivos. En el traslado de animales sacrificados se tendra en cuenta que los animales pueden transmitir la enfermedad, incluso muertos.

C) Metodos de aplicacion de medidas de desinfeccion.

La profilaxis se establecera de 3 formas :

- *Clasicas*. Las establece el estado y son obligatorias.
- *Dirigidas*. Las establece el estado pero no son obligatorias.
- *Libres*. Las establece el dueño de la explotacion.

SELECCION

Se realiza para dirigir las futuras generaciones hacia caracteres concretos que nos interesen, sin olvidar nunca que no se deberan superar los limites fisiologicos de los animales.

El medioambiente, microclima y circunstancias de cada zona o finca en que vayamos a realizarla nos va a condicionar el tipo de ganado que obtendremos. Asi, la herencia va a estar condicionada por 2 factores :

- *Genotipo*. Viene dado por los progenitores.
- *Ambiente*. Seran factores como temperatura, humedad, presion, pastos,...

El animal se adaptara al medio ambiente en que se desenvuelva. La climatologia influira directamente en la ecologia y esta influira sobre la fisiologia y sobre las producciones.

Factores climaticos :

1. *Temperatura y humedad* : Influiria al modificar la constitucion del individuo.Necesitara mecanismos de autorregulacion (vasoconstriccion o vasodilatacion de vasos sanguineos perifericos segun sean las condiciones de temperatura).
2. *Suelo* : Segun sea el tipo,los huesos seran de un tipo u otro.En suelos siliceos los huesos seran mas finos.En suelos calcareos por el contrario los huesos seran mayores.Suelos arcillosos daran animales linfaticos.Los graniticos daran animales nerviosos y rusticos.
3. *Altitud* : Influye por la menor presencia de Oxigeno conforme aumenta la altitud.
4. *Flora y fauna* : Son una consecuencia de todo lo anterior.
5. *Ley de Bergman* : Las especies animales tienden a tener mas peso en regiones frias,para que la relacion Superficie Corporal/Peso sea mejor y se pierda menos calor.
6. *Ley de Allen* : Hay una tendencia en zonas de elevadas temperaturas a que las partes perifericas del animal (distales ; orejas , cuello , extremidades , rabo , papada , ...) tengan un desarrollo superior que en zonas de mas baja temeperatura,para que sean estas partes distales las que mas se refrigeren.
7. *Ley de Wilson* : El ganado ovino en paises frios tiene un revestimiento mas lanudo que en los calidos donde hay menos lana y mas pelo,mientras que en zonas frias el reno aparece con mas pelo que lana para protegerse de frios y radiaciones.
8. *Ley de Glogen* : En zonas calidas los animales tienen mas pigmentacion de melanina,pero en deserticas se acumula en la piel un pigmento rojizo que protege a los animales.

Caracteres del individuo

1) Morfologicos :

- Piel
- Pelo
- Color de las mucosas
- Proporciones
- Temperamento
- Capacidad de digestion del alimento
- Fases de la reproduccion
- Productividad

2) Patologicos

3) Psicologicos

- Instinto
- Memoria

Clasificacion de los individuos

1) **RAZA** : Mallsburg la define como el conjunto de individuos de genotipos identicos,aunque los fenotipos puedan tener cierta diversidad,influenciado por el medio.Los caracteres raciales deberan ser

hereditarios. Sotillo y Vigil que es el grupo subespecífico de animales con frecuencias genéticas similares, con características morfológicas y productivas semejantes cuando son explotados en las mismas condiciones del medio.

2) ESTIRPE : Conjunto de individuos que estando incluido en una raza se diferencian de ella en algo, generalmente bajo el punto de vista reproductivo. Por ejemplo, la estirpe Booroola dentro de la raza Merina es más prolífica.

3) SUBRAZA : Individuos con producciones diferentes o con distinta tonalidad en la capa. Por ejemplo Frisona Berrenda en negro y Frisona Berrenda en colorado.

4) VARIEDAD : Incluidas en las razas. Individuos genéticamente bien dotados pero que al estar en un medio más hostil se crea una variedad. Por ejemplo el Merino de Siruela (que se encuentra en la localidad de Siruela y son más pequeños y rústicos al estar en zona muy árida).

5) FAMILIA : Conjunto de individuos procedentes de un tronco o parentesco común.

6) LINEA PURA : Conjunto de individuos con caracteres muy homocigóticos. Es muy difícil de conseguir.

Selección

Puede ser de 2 maneras :

- Natural. Elimina los animales peor dotados.
- Artificial. Creada por la mano del hombre, modifica a los animales para su beneficio.

Con la artificial se persigue obtener animales con mejor potencial genético al tiempo que se eliminan los peores individuos, obteniendo animales que puedan transmitir a las sucesivas generaciones los caracteres que nos interesen.

Premisas básicas :

- La selección no crea nada. Nos limitamos a elegir y asociar genes para que se combinen y aparezcan nuevos caracteres o para que se produzcan mutaciones que nos den los nuevos caracteres que perseguimos.
- La selección puede destruir razas locales, con lo que se destruyen importantes caracteres como rusticidad y longevidad.
- La selección es una labor de larga duración.
- Los animales conseguidos serán más productivos pero también más exigentes, por lo que les deberemos mejorar el medio, el manejo y la higiene.

Finalidad de la selección

Busqueda de animales más económicos y rentables.

Caracteres inherentes a la explotación :

- Salud, rusticidad y buena adaptación al medio.
- Facultad de reproducción (precocidad sexual, fecundidad, prolificidad, longevidad).
- Capacidad para el buen uso de los alimentos (índice de transformación que interesa que sea lo más bajo posible).

Caracteres de producción :

- Productividad lactea (cantidad, riqueza, curva de lactacion, calidad bacteriologica).
- Relacion carne/hueso/grasa de la canal.
- Formas de las regiones anatomicas
- Finura de la fibra de la carne.
- Blancura de la grasa.
- Aspecto marmoreo al cortar el musculo (grasa en medio de la carne).

Caracteres raciales :

- Conformacion del animal.
- Aplomo.
- Morfologia y conformacion.

Eficacia de la seleccion

Es el grado de mejora genetica en la unidad de tiempo. La mejora genetica se expresa mediante la formula :

(Precision de la eleccion) X (Intensidad de seleccion) X (Variabilidad del caracter)

(Intervalo entre generaciones)

La intensidad de seleccion es mas rapida cuanto menor es el numero de reproductores que elegimos.

Variabilidad del caracter : La mejora es mayor cuanto mayor sea la variabilidad del caracter que estemos tratando.

Intervalo de generaciones : Tiempo que separa a los padres de los hijos. Este esta influenciado por la prolificidad de las especies.

Metodos de seleccion

Primero se debe hacer la seleccion de los reproductores. Luego debemos usarlo. Primero se determinan los objetivos y caracteres que perseguimos, dentro de lo posible (economicamente y fisiologicamente hablando) y su relacion con otros caracteres que no nos interesen. Hay 3 metodos :

- Metodo alternativo. Seleccionamos un solo caracter y una vez logrado lo que queremos se trabaja en un segundo caracter y asi sucesivamente.
- Metodo simultaneo o independiente. Son varios caracteres los que entran en juego, pero de forma independiente. A cada caracter se le asigna una puntuacion (nivel de seleccion).
- Metodo global. Se obtiene una suma de puntos totales del animal. Se elimina lo que no haya alcanzado el nivel establecido.

Tanto en un sistema como en otro eliminamos lo que tienen tasas defectuosas.

Clasificacion de reproductores

Elegimos los de mejor dotacion genetica. Cuanto mayor sea el numero de individuos para elegir, menor sera el error cometido al elegirlo. Puede haber errores del medio o geneticos.

Heredabilidad

Relacion entre variancia genotipica y fenotipica. Esto trata de determinar los condicionantes debidos al medio

y los del genotipo. Se expresa en tanto por uno. Es un concepto estadístico. Los caracteres de baja heredabilidad presentan variaciones debidas principalmente al medio. Los de alta heredabilidad tienen la diferencia de orden genético. El peligro son las interacciones genéticas debidas a la superdominancia y a la acción aditiva de los genes.

Elección de reproductores

Hay varios tipos :

- Fenotípica, morfológica, masal o individual. La fenotípica son los individuos clasificados por su fenotipo. Además puede valorarse algunas producciones. Es un sistema externo, con poca precisión en los caracteres de baja heredabilidad. Se reserva para caracteres de alta heredabilidad como los relativos a la conformación del animal o caracteres de gran variabilidad en el seno de la población.
- Genealógica. A partir de los ascendientes, colaterales o descendientes. Viendo a los *ascendentes* se puede hacer la selección nada más nacer. Esta forma es barata y reduce el intervalo de generaciones pero es solo eficaz para caracteres de alta heredabilidad, para animales homocigotos y para selección de hembras y formación de familias. Viendo a los *colaterales* se valora la producción de estos (hermanas y medio hermanas; las medio hermanas equivalen a las abuelas). Nos permite valorar muchos individuos si las condiciones de medio son similares y no ha habido selección previa de estos colaterales. Tampoco vale para caracteres de baja heredabilidad. Viendo los descendientes, consiste en la valoración de estos para ver la capacidad genética de transmitir los caracteres del animal en cuestión. Es el mejor método y el que se utiliza para caracteres de baja heredabilidad. El proceso genético es más rápido. Se usa exclusivamente para machos. Los inconvenientes son que el intervalo entre generaciones es muy aumentado. Así, el costo es muy elevado y debemos controlar mucho a los animales para no equivocarnos. Las dificultades estriban en la interpretación real de los datos. La elección debe hacerse sobre un importante número de reproductores. La selección debe hacerse para caracteres de baja heredabilidad por ser más difíciles.

Aplicación práctica

En machos, desde el nacimiento vemos su genealogía y morfología y controlamos la producción, índice de crecimiento, ganancia diaria de peso, conformación y alimentamos perfectamente. Podemos ver la producción de colaterales. A los 12 meses hacemos un test de congelación. Después seguimos controlando hasta que veamos las crías.

En hembras igual. Luego controlamos las mediohermanas y cubrimos para ver resultados.

Se pueden trazar diagramas representando la productividad de las madres frente a la de las hijas :

PROD. .

HIJAS ...

...

.

..

.

PROD. MADRES

Si la productividad de las hijas queda por encima de la diagonal, el animal vale. Si esta por debajo no valdria. De esta manera, el toro o padre de la hija sera mejorante o no, segun este por encima o por debajo de la diagonal. En el macho se hace una prueba genealogica cuando este nacia. Despues veremos los indices de transformacion, de crecimiento, ganancia diaria de peso, conformacion. Luego haremos el test de congelacion. Si pasa el test, comenzamos a construir el banco de pruebas, primero haciendo recogidas espaciadas y luego no tanto. Esta se hace a nivel de grandes agrupaciones de ganaderos o multinacionales, al ser unos metodos mas bien caros. En cuanto a la hembra, primero se ve su carta genealogica. Luego valoramos el desarrollo corporal, morfologia y hacemos una seleccion fenotipica. Tras el parto vemos las producciones de la hembra.

Utilizacion de sementales

Hay varias formas de hacerlo :

- En raza pura. Un ejemplar de cierta raza, se aparea con individuos de la misma raza.
- Por cruzamiento. Semental de distinta raza que la hembra.
- Por hibridacion. Cruce de animales de diferente especie.

En raza pura :

Si son parientes recibe el nombre de consanguinidad (% de sangre comun que tiene un individuo recibida de sus antecesores). Para que se de consanguinidad el parentesco debe ser estrecho (es decir que las dotaciones geneticas estaran mas proximas entre si que el conjunto de individuos que componen el rebaño). La consanguinidad es mas estrecha hasta el 3º grado. Es lejana a partir del 4º grado. A mas estrechez, mas posibilidad de homocigosis. La consanguinidad ha sido el origen de las grandes razas y es normal en las explotaciones. El parentesco puede venir por linea directa (abuelo, padre, hijo,...) o por linea colateral (hermanos o primos). En linea directa, si hay dos generaciones de por medio sera parentesco de 2º grado. Si hay 3, sera 3º grado.

*

A * * A'

B * * B'

C * * C'

Por ejemplo :

A con B apareamiento de 1º grado en linea directa.

A' con B' apareamiento de 2º grado en linea directa.

C con A' apareamiento de 4º grado en linea colateral.

A con B' apareamiento de 3º grado en linea colateral.

La sensibilidad a la consanguinidad de las distintas especies es , de mayor a menor :

Cerdo > Conejo > Aves > Vacuno > Ovinos

Apareamiento incestuoso es aquel entre parientes de 1º grado en linea directa. El coeficiente de parentesco expresa matematicamente y en % el parentesco de los individuos y representa el % de genes probables que

hay y es $(1/2)^n$, siendo n el numero de generaciones que han pasado. Asi cada hijo tiene de su padre el 50% (ya que $1/2 = 0.5$). De abuelo a hijo sera el 25% (ya que $1/2^2 = 0.25$). En la 5ª generacion ($1/2^5$) el individuo sera teoricamente puro pues de la otra parte tendra solo $1/32$ y de esta tendra $31/32$, es decir, que principalmente se considera raza pura. Para medir la consanguinidad, se expresa en %. En el vacuno de leche se admite que no pase del 6 al 8% de consanguinidad (maximo). Con la consanguinidad se consigue una gran homozigosis.

La ventaja de la consanguinidad es que se pueden conseguir grandes razas si se maneja bien.

Los inconvenientes son :

- La homozigosis puede provocar la aparicion de genes desfavorables.
- Menor vigor y resistencia al medio. Los animales son mas sensibles, labiles al estres y pierden gran parte de su rusticidad.
- Disminucion de la funcion reproductora.
- El tamaño de los animales se reduce.

Normas para aplicar la consanguinidad :

- Los reproductores iniciales no tendran taras ni defectos geneticos.
- Control de trabajo exigente y riguroso en cuanto a caracteres seleccionados.
- Cuidado, alimentacion y manejo optimos.
- Va mejor en razas autoctonas y rusticas que con animales selectos.
- Aplicacion en lineas interfamiliares por si surge algun defecto o problema, se puede recurrir a la interlineal o interfamiliar.

En cruzamiento :

Apareamiento de individuos de diferente patrimonio genetico. Los animales a aparear tendran una semejanza genica menor que la existente en la poblacion. Hay una disociacion de caracteres y se van haciendo heterozigotos.

Los tipos de cruzamiento son :

- Intraracial o entre lineas : los individuos pertenecen a la misma raza pero a lineas diferentes.
- Interracial : individuos de distinta raza.
- Otras : entre stirpes, mestizajes, etc...

Efectos del cruzamiento :

- Heterosis o vigor hibrido. Consiste en que los animales que apareamos aumentan la resistencia de los animales al estres, fecundidad, tamaño, ...
- Disminuye el valor como reproductor.
- Aparicion de nuevos caracteres ocultos que eran recesivos.
- Teoria de la superdominancia : un par de genes alelos se comportan con mayor dominancia que otros que no eran.
- Accion acumulativa de genes dominantes o desfavorables.
- Teoria de la eliminacion de efectos dañosos : eliminacion de genes recesivos con accion negativa.
- Teoria de la epistasis o de complementariedad entre genes no alelos.
- Mejora de caracteres reproductivos.

Los machos deben ser puros siempre, mientras que las hembras pueden ser cruzadas.

Sistemas de cruzamiento :

- Simple. Cruce de 2 individuos de razas diferentes (a x b).
- Triple. Intervienen 3 razas (a x b ab ab x c).
- Cuadruple. (a x b = ab ; c x d = cd ; ab x cd = abcd).

Dan mejores resultados cuanto mas distanciado geneticamente estan los progenitores.

Tipos de cruces :

- Industrial o de 1ª generacion. Se hace en una sola generacion. Para producir animales de carniceria. Todo lo que nace de F1 se sacrifica. El producto debe sumar los buenos caracteres de sus progenitores. Los individuos deberan tener gran pureza racial.
- De absorcion. Se hace para sustituir alguna raza teoricamente mas productiva. Asi hacemos cruces reiterativos con la raza mejorante.
- Alternativo. Se cruzan 2 razas. Lo que nace se cruza con A. Lo mismo con B y se va alternando.
- De remojó. Tras tener animales mestizos se vuelve a la primitiva. Es lo que se llama refrescar la sangre.
- Interlineales.
- Sinteticos. Se trata de conseguir una concentracion con una combinacion de caracteres nuevos e importantes para conseguir una nueva raza.

Hibridos :

Aquellos que para aparearse necesitan unas condiciones de facilidad de copula, afinidad biologica o genetica entre las especies a cruzar y que no exista una amixia (dificultad) mecanica , psiquica , fisiologica. Los individuos que nacen son esteriles al haber una dificultad o sinapsis cromosomica. El hibrido mas famoso es el burro (caballo x yegua). El mulo es (asno x yegua).