Facultad de Ciencias Veterinarias
Universidad Nacional de La Pampa

Carrera de Especialización en gestión de la producción bovina de carne en la región semiárida central

El examen clínico – reproductivo en hembras bovinas en la región semiárida central

Director de Tesina: Dr. Alberto Pariani

Embajador Martini, Abril de 2016

Dedicado a mi esposa e hijo por su incondicional apoyo.

Un profundo agradecimiento al cuerpo docente por su desinteresada transmisión de conocimientos y calidez humana.

INDICE TEMATICO:

Item	Descripción	Página
I	Resumen	5
II	Objetivo	5
III	Eje temático	6
IV	Caracterización de la región fitogeográfica semiárida central pampeana	6
V	Anatomía del aparato reproductor de la hembra bovina	9
VI	Fisiología del aparato reproductor de la hembra bovina	13
VII	Examen clínico – reproductivo de la hembra bovina	31
	Plan general del examen clínico	34
	A. Reseña	34
	B. Anamnesis	35
	C. Marcha de la exploración clínica	36
	C.a. Exploración anatómica (física o morfológica)	36
	C.b. Exploración sanitaria	41
	C.c. Exploración funcional	41
	C.c.1. Evaluación fenotípica	41
	C.c.2. Condición corporal (CC)	42
	C.c.3. Tamaño, estructura corporal o frame score (FS)	50
	C.c.4. Área pélvica (AP)	53
	C.c.5. Grado de desarrollo reproductivo (GDR) o score genital	56
	C.c.6. Evaluación genotípica	58
	D. Diagnóstico presuntivo	64
	E. Metodología complementaria	64
	F. Diagnóstico definitivo	64
	G. Pronóstico	65
	H. Tratamiento	65
	I. Evolución	65
	J. Epicrisis o juicio clínico	65
VIII	Conclusiones	66
IX	Bibliografía consultada	67

INDICE DE FIGURAS:

Item	Descripción	Página
Figura 1:	Ubicación geográfica de la provincia de La Pampa	7
Figura 2:	Regiones productivas de la provincia de La Pampa	9
Figura 3:	Anatomía del aparato reproductor de la hembra bovina	13
Figura 4:	Secuencia de modificación en los folículos, ovulación y demás estructuras a diferentes edades en el ovario	17
Figura 5:	Relación anatómica entre hipotálamo e hipófisis	25
Figura 6:	Placenta sinepiteliocorial	29
Figura 7:	Imagen semiesquemática citológica de la placenta sinepiteliocorial	30
Figura 8:	Protocolo clínico tipo	32
Figura 9:	Examen clínico – reproductivo de la hembra bovina	33
Figura 10:	Pirámide de producción	36
Figura 11:	Desarrollo del músculo esquelético y tejido adiposo durante la gestación	49
Figura 12:	Fenotipo: la genética influenciada por el medio ambiente	62

INDICE DE TABLAS:

Item	Descripción	Página
Tabla 1:	Escala de Lowman o sistema inglés	44
Tabla 2:	Escala de Herd y Sprott o sistema americano	44
Tabla 3:	Equivalencias en las dos escalas de estado corporal	44
Tabla 4:	Distintos momentos reproductivos en la hembra	45
Tabla 5:	Impacto de la alimentación sobre la performance reproductiva	49
Tabla 6:	Condición corporal y eficiencia reproductiva	50
Tabla 7:	Relación CC al entore/porcentaje a los 40 días post – parto/porcentaje de preñez/porcentaje de partos tempranos	50
Tabla 8:	Frame score para vaquillonas (expresado en centímetros)	53
Tabla 9:	Criterio de selección de vaquillonas por área pélvica	55
Tabla 10:	Estimación del peso al nacer del ternero que puede parir sin dificultad una vaquillona a partir del área pélvica	55
Tabla 11:	Escala de grado de desarrollo reproductivo (GDR)	56
Tabla 12:	Distribución de la preñez según el GDR	57
Tabla 13:	Rangos de heredabilidad y potencial para algunos caracteres	59
Tabla 14:	Distribución de ingresos de un empresario dedicado a la cría	62

I. Resumen:

La preponderancia que viene tomando la agricultura desde hace varios años provoca que la ganadería se vaya desplazando hacia zonas más marginales, jerarquizando así el correcto aprovechamiento del recurso suelo. Esto genera el desafío de mejorar los procesos productivos (en especial el reproductivo) de la hembra bovina dentro de un ambiente que le es menos favorable. Además, condiciona al sistema cría (y recría, si es factible) a ser alimentado bajo condiciones pastoriles extensivas y éste no siempre satisface la totalidad de las necesidades nutricionales afectando la eficiencia del sistema y por ende su rentabilidad representada por lograr un ternero por vaca y por año.

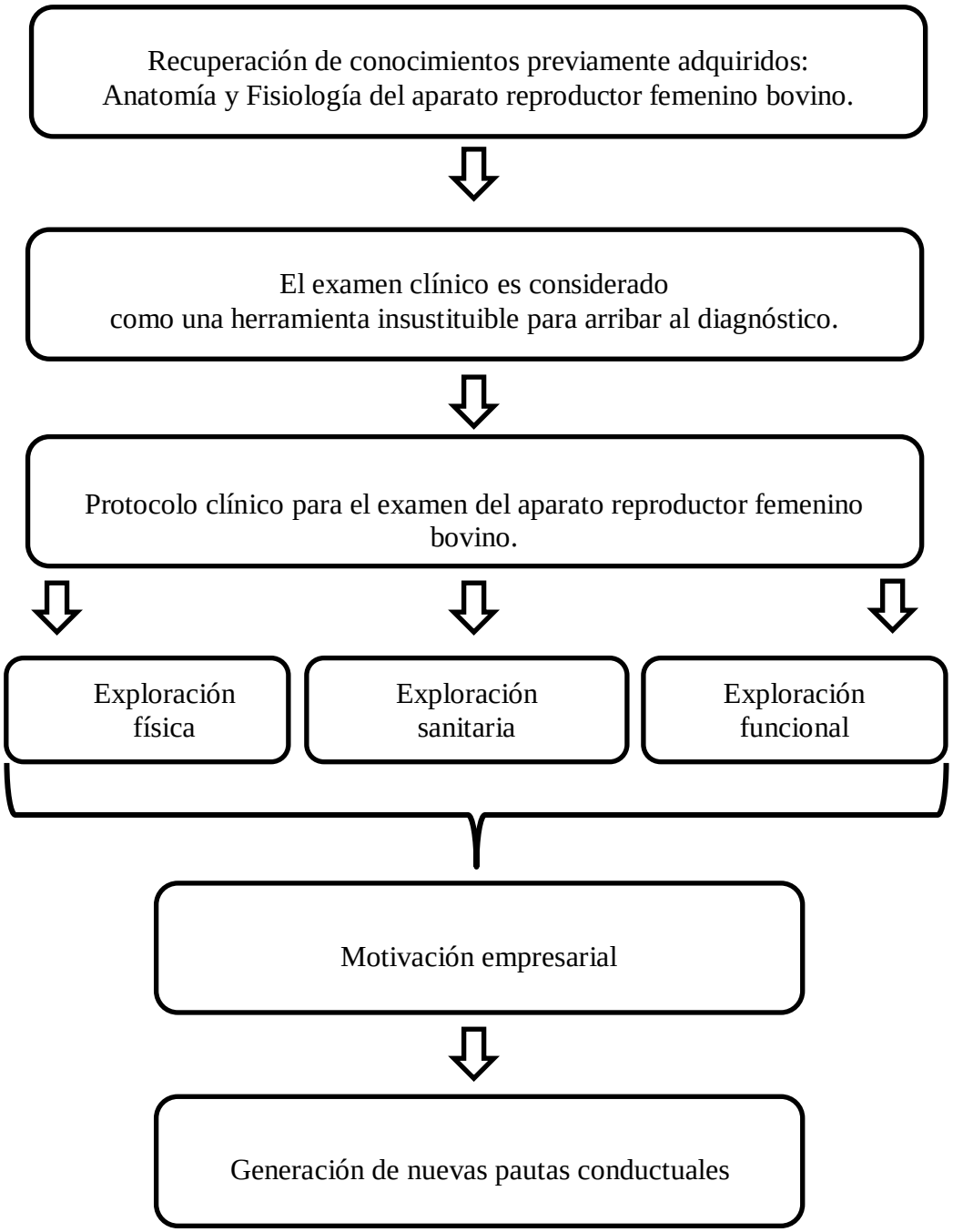
En consecuencia es necesario caracterizar la región fitogeográfica, realizar un recuerdo anatomofisiológico del aparato reproductor de la hembra, efectuar una objetiva valoración clínica, ya que resulta obvio partir de un animal clínicamente sano para el logro del éxito productivo y generar un protocolo que permita mejorar la rentabilidad de la producción ganadera en la región semiárida central pampeana.

II. Objetivo:

El objetivo de esta tesina es describir la complejidad del sistema productivo cría en la región semiárida central pampeana con el propósito de lograr la mayor rentabilidad en la producción de terneros a partir de una correcta aplicación de un protocolo clínico – reproductivo adaptado al ambiente en cuestión.

Las maniobras semiológicas permitirán detectar aquellas variables que inciden negativamente sobre el aparato reproductor de la hembra bovina para luego proponer nuevas estrategias y confrontarlas con las actuales, con el fin de reconsiderar la situación actual del rodeo de cría en la región semiárida central.

III. Eje temático:



IV. Caracterización de la región fitogeográfica semiárida central pampeana:

La Pampa pasa políticamente a ser considerada como provincia en el año 1.952. Su superficie es de 143.440 km^2, representando un 6% de la superficie total de la República Argentina (Figura 1) (Gobierno de La Pampa – Dirección General de Estadística y Censos, 2013).

Figura 1. Ubicación geográfica de la provincia de La Pampa (adaptado, Gobierno de La Pampa – Dirección General de Estadística y Censos, 2013).

Posee 12.740.000 hectáreas (ha) productivas (de éstas, el 20% son cultivables representando unas 2.600.000 ha). De las hectáreas cultivables, el 35% corresponde a cultivos anuales y perennes. El 65% restante se halla implantado con especies forrajeras. El 80% restante de la superficie total de La Pampa (aproximadamente 10.100.000 ha) no se cultivan, siendo representado por bosques naturales (61%) y campo natural o pastizales (32%). El 7% restante se considera como superficie no utilizable (Campos Carlés et al., 2010).

La región semiárida central de la provincia de La Pampa, se halla cubierta en gran parte por monte. De este a oeste, primero se halla un monte caracterizado por el caldén (*Prosopis caldenia*) y otras especies de interés forrajero (principalmente gramíneas), denominado “el caldenal” o monte oriental (el más productivo). Más hacia el poniente aparece un monte que tiene como especie predominante al algarrobo (*Prosopis*

flexuosa) y al chañar (*Geoffroea decorticans*). Dicho monte se lo conoce como monte occidental y por su baja productividad. Finalmente, se continúa con un monte bajo, achaparrado de menor productividad que el anterior, representado por especies como el alpataco (*Prosopis alpataco*) y la jarilla (*Larrea spp*) (Pratts, 2010). Lo comentado es fruto del régimen pluvial que decrece también de este a oeste (precipitaciones medias anuales: 600 a 300 milímetros (Caviglia et al., 2010).

El monte en general, ha ido perdiendo calidad productiva por un mal uso cultural (es un sistema frágil), sobrepastoreos por especies como el ovino y luego el bovino, ocasionando la pérdida de especies nativas de alto valor biológico como recurso forrajero. En la actualidad, se estima que la degradación ha alcanzado niveles cercanos al 70% (Gobierno de La Pampa, Dirección General de Estadística y Censos, 2013).

Respecto a la eficiencia del rodeo, al analizar la relación ternero/vaca, se obtiene una idea sobre el porcentaje de destete. En el periodo 2003 – 2008 da un valor cercano al 62% (similar al promedio nacional: 63%). En el año 2009, sin modificar el número de vientres, el porcentaje cae a un 58%. A 2010, por diferentes motivos, pero en especial por la disminución de madres el porcentaje de destete también merma gradualmente. Esta realidad tiene como condición para ser explicada, responsabilizar a algunos factores, en especial al desplazamiento de la ganadería hacia ecosistemas más sensibles a los aumentos de las cargas y a condiciones agroclimáticas adversas (ambos factores se complementan). Las diferentes regiones y microrregiones, aceptan cargas muy estrictas si se tiene en cuenta el delicado ecosistema del cual se explica: 6 a 12 ha por equivalente vaca (EV), de acuerdo a lo antedicho sumado al manejo del monte natural, estado del mismo (recurso forraje), con o sin adopción de alguna tecnología superadora (en particular, de procesos) y sanidad entre otros factores (Campos Carlés et al., 2010) (Figura 2).

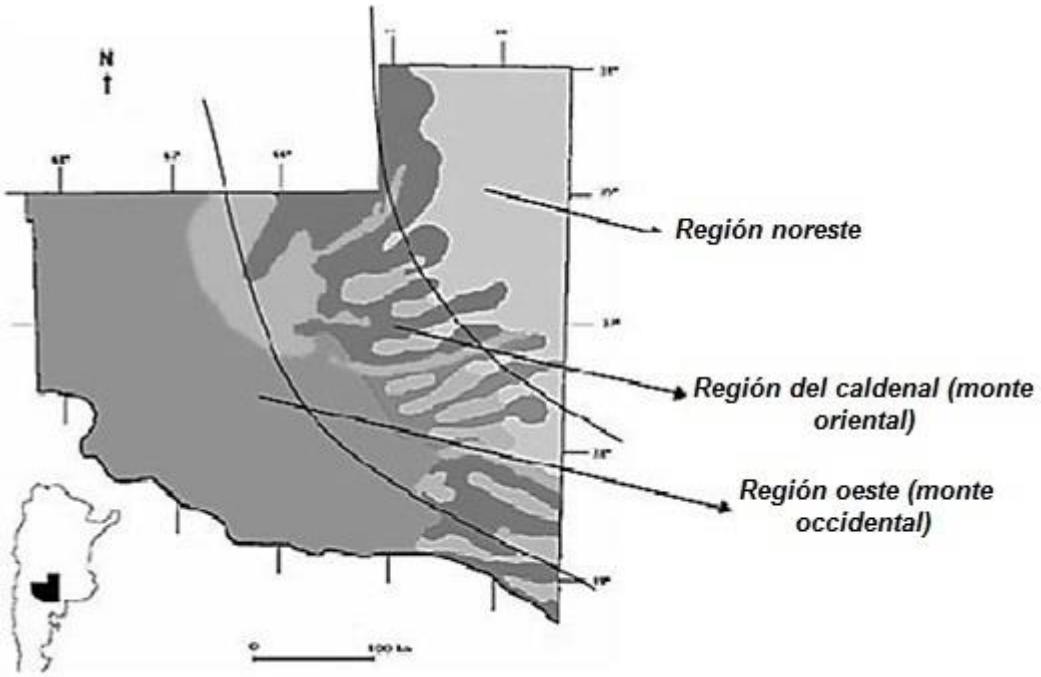


Figura 2. Regiones productivas de la provincia de La Pampa (adaptado de Campos Carlés et al., 2010).

Esta brevísima caracterización de la zona, hace necesario la aplicación de tecnologías, en especial, de procesos, de manera de mejorar la sustentabilidad de la empresa cría y hacerla rentable (lograr por lo menos un 85% de destete), lo que implica un verdadero desafío para las disciplinas relacionadas con el campo (Castro et al., 2002).

V. Anatomía del aparato reproductor de la hembra bovina:

El aparato reproductor de la hembra bovina, está conformado por ovarios, oviductos o trompas de Falopio, útero, cuello uterino o cérvix, vagina (genitales internos) y los genitales externos: vestíbulo, labios mayores y menores (fusionados en la vaca), clítoris y glándulas vestibulares. Los genitales internos sostenidos por el ligamento ancho que se inserta en la región dorsolateral del íleon (Hafez y Hafez, 2002) y hace que el útero adopte una posición con convexidad dorsal y permite que el aparato reproductor se mueva libremente en la cavidad pélvica y/o abdominal, dependiendo de su tamaño (estado reproductivo, grado de llenado del rumen, llenado de vejiga, edad de la hembra y/o alguna anormalidad como podría ser una endometritis, neoplasias, etc.) (Rivera, 2009).

Embriológicamente el nuevo individuo consta de dos gónadas sexualmente no diferenciadas, dos pares de conductos (de Wolff o mesonéfricos y de Müller o paramesonéfricos), un seno urogenital, un tubérculo genital y pliegues vestibulares. Este individuo lleva implícito el sexo en sus genes, en la gonadogénesis y en la maduración de los órganos accesorios reproductivos (Hafez y Hafez, 2002).

Las gónadas en la etapa sexual indiferenciada tienen la capacidad de ser bipotenciales, diferenciándose en hembras o machos en una etapa posterior (Rey, 2001). En caso de una futura hembra, los conductos de Müller se modifican y unen para constituir un sistema gonadal tubular y formar el útero, cérvix y porción anterior de vagina, con excepción del vestíbulo vaginal, porción caudal de la vagina y vulva que se desarrollan desde el seno urogenital. Los de Wolff, sufren atrofia (lo contrario sucedería si el embrión futuro fuera un macho) (Roberts, 1971).

Los ovarios cumplen dos funciones: una exocrina (liberación de óvulos) y otra endocrina o esteroidogénica (Hafez y Hafez, 2002). Miden de 3,5 a 4 cm de largo por 2,5 cm de ancho y 1,5 cm de espesor, pesan 15 a 20 gr cada uno y su forma es ovoidea. Cada ovario tiene 2 polos (medial y lateral), 2 caras (anterior y posterior) y 2 bordes (uno libre o dorsal y otro de inserción o ventral). Como característica de la especie no poseen fosa de ovulación. Se ubican cercanos al centro del borde lateral del orificio anterior de la pelvis, frente a la arteria iliaca externa en vacas (Vc) no gestantes (Sisson y Grossman, 1974). Cada ovario es sostenido por el mesovario (dorsal y lateral) y por el ligamento útero – ovárico (en medial), que permite una mayor movilidad (Roberts, 1971).

A medida que el útero aumenta su peso, los ovarios se desplazan hacia craneal, medial y hacia ventral. El tamaño ovárico se ve influido por el cuerpo lúteo, por anormalidades como ooforitis u ovaritis, neoplasias o quistes ováricos, además, pueden existir diferencias naturales entre ambos. La mayor edad también es una variable que influye sobre el aumento de tamaño (por la cantidad de ciclos estrales) si se lo compara con vaquillonas (Vq) o, aún más, con terneras (Tras). Usualmente, el ovario derecho es un poco más grande y más activo (Zemjanis, 1977).

La gónada femenina, posee estructuras funcionales: el cuerpo lúteo (cuerpo amarillo) se inicia con la ovulación. De 12 a 24 horas posovulación, aparece una depresión suave y circunscripta no mayor a 1 cm de diámetro que contiene células de la granulosa y de la teca que comienzan a hipertrofiarse y luteinizarse. Durante los primeros 2 a 3 días se la llama cuerpo hemorrágico. Como principal característica (y nunca antes del día 5) tiene una consistencia blanda (Rosenberger, 1981).

Para los días 5 a 7, ocurre un rápido desarrollo del cuerpo amarillo, denominación que se aplica sólo cuando está totalmente desarrollado o en etapa de regresión. Con un cuerpo lúteo totalmente desarrollado (compacto) ocurre un aumento de tamaño del ovario. Dicho cuerpo mide de 2,5 a 3,5 cm de diámetro (tiene una línea de demarcación o corona que causa protrusión, duplica el tamaño y distorsiona la forma del ovario) (Zemjanis, 1977).

La superficie y consistencia del cuerpo amarillo es uniforme mientras que el ovario tiene una superficie irregular y nodular. Cuando involuciona hacia cuerpo blanco o albicans es más pequeño y firme (Hafez y Hafez, 2002). En ocasiones, dicha estructura suele presentar una fluctuación central. Si esto ocurre, se lo llama quiste de cuerpo amarillo (Rosenberger, 1981).

Luego de la regresión del cuerpo amarillo, se desarrolla un nuevo folículo de De Graaf suave, redondeado y de paredes delgadas (en realidad en el diestro hay ondas foliculares por lo que siempre hay folículos creciendo que terminan de madurar al caer el cuerpo lúteo). Bajo su superficie se manifiesta fluctuación. Esto origina cierta tensión en su pared, que va en aumento hasta 6 a 12 horas previas a la ovulación. Luego se aprecia una depresión no mayor a 1 cm, acompañada de una disminución de los signos externos del celo (Zemjanis, 1977).

Las trompas de Falopio u oviductos miden de 20 a 30 cm de largo y 1,5 a 3 cm de diámetro (Roberts, 1971). Tortuosos o flexuosos, tensos y duros, semejan tejido cartilaginoso cuando se los desplaza entre los dedos (Sisson y Grossman, 1974).

El útero formado por dos cuernos, cuerpo y cuello es un órgano músculo – membranoso. En la hembra adulta se encuentra casi en su totalidad en la cavidad

abdominal. En animales que nunca quedaron preñados se halla en el piso pelviano. Su cuerpo mide de 3 a 4 cm. Los cuernos uterinos (unidos por los ligamentos intercornuales dorsal y ventral) tienen una longitud entre 35 y 40 cm y un diámetro de 1,25 y 5 cm. Ambos cuernos (en hembra no grávida) adoptan una forma que asemeja a una espiral (Sisson y Grossman, 1974).

El cérvix es un esfínter muscular tubular, firme, ubicado entre la vagina y el cuerpo uterino. Se posiciona sobre el piso pélvico en su línea media. Según el estado de gravidez o por algún contenido anormal en útero o adherencias, puede ubicarse en cavidad abdominal. Tiene entre 5 y 10 cm de largo por 1,5 a 7 cm de diámetro. Su forma está dada por 3 a 5 pliegues circulares músculo – fibrosos transversales (anillos cervicales). Su consistencia recuerda al tejido cartilaginoso (Zemjanis, 1977). Durante la preñez, el cuello uterino puede aumentar su masa hasta 8 veces (Hafez y Hafez, 2002).

Hay variaciones raciales de tamaño y ubicación. En el cebú y sus cruzas tienen un cuello del tamaño de un antebrazo. En el Guernsey y Shorthorn, se desplaza a craneal (Rosenberger, 1981). El soporte del cuello uterino está dado por los ligamentos anchos y por la vagina, lo que permite bajo condiciones de normalidad, una amplia movilidad (Zemjanis, 1977).

La vagina mide de 25 a 30 cm de largo, espaciosa y de paredes gruesas. En la preñez aumenta su longitud (Sisson y Grossman, 1974). Es músculo – membranosa ubicada en la cavidad pélvica, dorsal a la vejiga. Sirve como órgano copulatorio y forma parte del canal blando del parto. Su extremo caudal se ubica craneal a la abertura uretral, en la región del himen ocasionando un leve estrechamiento circular entre la vagina y la vulva (Roberts, 1971). La hembra bovina es la única que presenta un esfínter muscular anterior, como así también un esfínter posterior que sí se halla en hembras de otros mamíferos (Hafez y Hafez, 2002).

La vulva (formada por los dos labios, la comisura dorsal y ventral, el clítoris y el vestíbulo) es la porción más caudal del aparato genital femenino (Zemjanis, 1977). El vestíbulo, mide entre 10 y 12,5 cm de largo, su musculatura le permite actuar como un esfínter, aislando el canal genital del exterior (Roberts, 1971).

La unión de vagina y vestíbulo está marcada por el orificio uretral externo y comúnmente por un borde, el himen vestigial. Por debajo del orificio uretral externo, se encuentra el divertículo suburetral. Los conductos de Gartner desembocan en el interior del vestíbulo, cercano al orificio uretral externo. Las dos glándulas de Bartholin (Bartolini) o vestibulares se ubican en los músculos constrictores del vestíbulo, desembocando (un conducto único) en lateral del vestíbulo a 2,5 cm en caudal de la vagina. Dichas glándulas producen una secreción viscosa (Hafez y Hafez, 2002). El clítoris se ubica en la región caudal de la comisura ventral del vestíbulo y mide entre 5 y 10 cm (Roberts, 1971).

La vulva tiene labios gruesos, de aspecto arrugado (Sisson y Grossman, 1974). Los labios mayores y menores se hallan fusionados (Figura 3). Su abertura se dispone a 90º respecto del piso pelviano (Roberts, 1971).

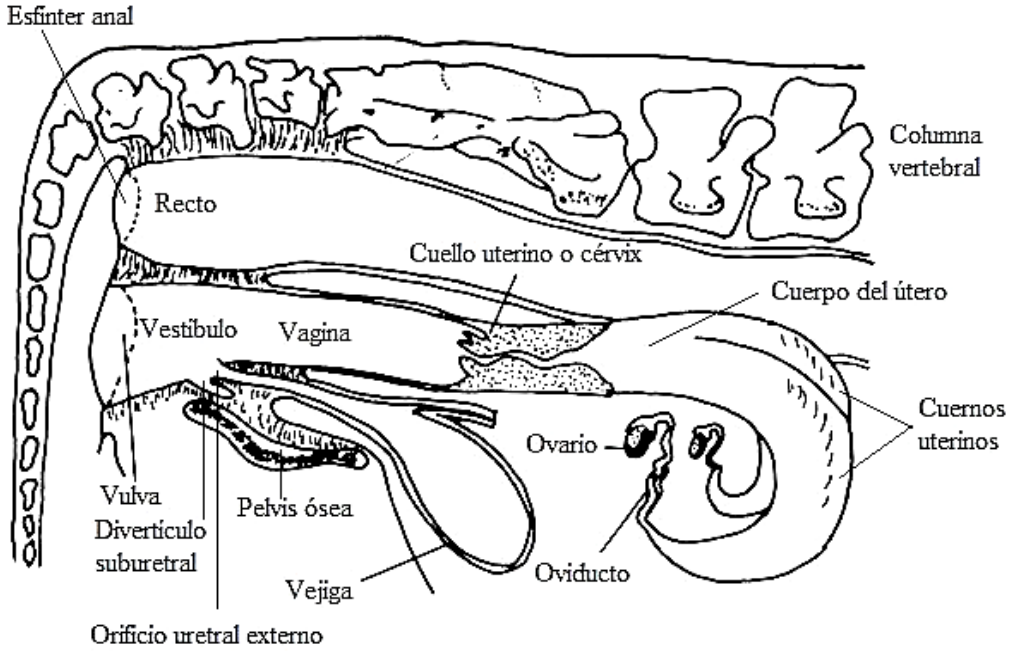


Figura 3. Anatomía del aparato reproductor de la hembra bovina. Corte sagital, vista lateral derecha (adaptado de Salisbury et al., 1978).

VI. Fisiología del aparato reproductor de la hembra bovina:

La hembra bovina aporta las células sexuales femeninas que darán lugar al desarrollo de un nuevo individuo. Brinda el ambiente para la concepción y nutrición de ese individuo durante los primeros días de su vida. Estas funciones son efectuadas por los órganos

primarios (los ovarios que generan los óvulos y las hormonas femeninas) y secundarios (oviductos, útero, cuello uterino, vagina y vulva). Sus funciones: recibir y conducir las células sexuales masculinas, femeninas, alimentar y liberar al nuevo ser (Figura 3). La glándula mamaria se considera un órgano sexual accesorio (Salisbury et al., 1978). Al nacimiento los ovarios ya tienen el potencial para la producción de ovocitos (Roberts, 1971).

Antiguamente se pensaba que el sistema nervioso central era el responsable del control de la reproducción en los mamíferos conjuntamente con el sistema endocrino. Actualmente, se sabe que el hipotálamo une ambos sistemas a partir del sistema porta hipotalámico – hipofisario para coordinar las funciones de las gónadas. Además, este control neuroendocrino, requiere de la presencia de mensajeros químicos (factores de crecimiento) y de sistemas de regulación autocrina/paracrina hallados en las propias gónadas. El sistema nervioso, para iniciar, coordinar o regular las funciones del sistema reproductor al igual que el sistema endocrino, requiere de impulsos nerviosos eléctricos, en tanto que el segundo sistema, necesita únicamente de mensajeros químicos (hormonas). Los factores de crecimiento peptídicos también actúan sobre la reproducción. Se diferencian de las hormonas (originadas en el sistema endocrino, glándulas endocrinas sin conducto que secretan la/las hormona/s directamente al torrente circulatorio para actuar sobre el órgano o tejido blanco), en que son producidos por células de diferentes tejidos y actúan sobre células blanco (Hafez y Hafez, 2002).

Cuando se habla de ovogénesis y foliculogénesis, se hace referencia a los cambios que suceden en lo que posteriormente será la gónada femenina en su estado fetal. Las células germinales primordiales que derivan del endodermo del embrión, alcanzan la gónada primitiva en una fase muy temprana del periodo embrionario (dicho periodo dura en la vaca hasta el día 42 – 45 post – fecundación. A partir de aquí entramos en el periodo fetal que finaliza con el nacimiento). Cuando la gónada primitiva se diferencia en ovario, la célula germinal se transforma en una oogonia u ovogonia. Ya en el periodo fetal, las ovogonias sufren varias divisiones mitóticas (periodo de mayor ovogénesis: 45 a 110 días de gestación) que culminan en la formación de oocitos u ovocitos primarios (ovocitos de primer orden o folículos primordiales durmientes) que detienen su división en la profase de la primera división meiótica. Las mitosis de las ovogonias, se

completan al nacer (inmediatamente antes o después del nacimiento). El ovario de una hembra recién nacida contendrá mayoritariamente ovocitos primarios. El total de ovocitos que se hallen, serán el total disponible en la vida de la hembra. Los folículos ováricos están constituidos por el oocito y la capa epitelial circundante (Salisbury et al., 1978).

Hasta que la hembra bovina no llegue a la pubertad, dichos folículos no son receptivos a la acción hormonal, a pesar que se perciben oleadas de crecimiento folicular en las primeras semanas de vida. Pero, inevitablemente, siempre terminarán en atresia mediada por apoptosis (es una forma de muerte celular desencadenada por señales celulares controladas genéticamente), no llegando a ovular jamás (Fernández Sánchez, 2008).

Es de tener en consideración que los primeros folículos antrales, aparecen antes del periodo prepuberal. Pero el desarrollo folicular completo con el reinicio de la meiosis de los ovocitos y la ovulación sólo se aprecia cuando las concentraciones de las hormonas folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH) que provienen de la hipófisis anterior (adenohipófisis) han alcanzado los niveles de la hembra adulta (Hafez y Hafez, 2002).

Los folículos primordiales están incluidos en gran número en la corteza del ovario (epitelio germinal), inmediatamente por debajo de la albugínea. Se compone de un único oocito y una capa circundante de células epiteliales y aplanadas, las células foliculares. El oocito es una célula grande, con un núcleo excéntrico, con nucléolo y cromatina fina y laxa, con citoplasma eosinófilo, con numerosas mitocondrias y gotas lipídicas. Con el folículo primario se ha iniciado el proceso de maduración. El oocito se hace más grande y las células foliculares se hacen cúbicas y luego gradualmente cilíndricas. Presentan citoplasma granuloso y se denominan células de la granulosa. Pronto aparecen figuras mitóticas, lo que genera la proliferación y la formación de un epitelio estratificado, limitado del conectivo circundante por una clara membrana basal. Se formará también una membrana fuertemente refringente la zona pelúcida, que separa al oocito de las células foliculares. La pelúcida está compuesta por glicoproteínas. Durante el crecimiento el folículo se va hundiendo más hacia la profundidad de la corteza folicular, las células del estroma circundante se organizan en una capa concéntrica, la teca folicular (Salisbury et al., 1978).

En terneras prepúberes y peripúberes, la funcionalidad ovárica y la biología celular de la foliculogénesis, muestran un patrón de crecimiento folicular en ondas como un aumento periódico en el número de folículos en relación inversa al diámetro del folículo más grande (Martínez Espeche y Tríbulo, 2010).

Hasta este momento se ha descripto al folículo secundario. Pero cuando alcanza un diámetro de 400 µm, en la granulosa se forman zonas irregulares, llenas de líquido que se unen formando un espacio mayor, semilunar, lleno de líquido, llamado antro folicular. El folículo con antro totalmente formado se llama folículo terciario o vesicular. El antro contiene líquido folicular claro y viscoso (Salisbury et al., 1978).

El crecimiento folicular y posterior desarrollo de un folículo de De Graaf y ovulación, ocurre solamente en hembras vacías después de la pubertad y durante el ciclo reproductivo (Roberts, 1971). Solo una cantidad pequeña de folículos que han llegado a la pubertad se desarrollarán y ovularán (Fernández Sánchez, 2008).

El desarrollo y la atresia folicular están regulados por la síntesis de estradiol en las células de la granulosa; sin embargo los niveles de estrógeno y la progesterona, dependen de la calidad folicular. Ahora, la LH estimula al AMPc (adenosín monofosfato cíclico) en las células de la granulosa, de manera que solo en folículos de un diámetro superior a 9 mm para razas taurinas y 6 mm en cebuinas, adquieren receptores para LH y por lo tanto capacidad ovulatoria. En consecuencia, el tamaño de los folículos influencia el potencial de desarrollo y el diámetro de los ovocitos (Motta Delgado et al., 2011).

Gradualmente el oocito se vuelve excéntrico, rodeado de células de la granulosa, formando el cúmulo oóforo. La teca folicular se diferencia en teca folicular interna y externa. Las células de la teca interna se diferencian en células epiteloides, es una capa muy vascularizada que segrega estrógenos u hormonas esteroideas. A posteriori, el folículo vesicular maduro (de De Graaf): un folículo primordial ha alcanzado su total maduración y pasa al estadio preovulatorio. Su tamaño aumenta considerablemente, seguido por la formación de abundante líquido folicular secundario más fluido (Figura 4) (Salisbury et al., 1978).

El folículo, protege y nutre al ovocito en desarrollo. Además, secreta hormonas esteroides que regulan la psiquis o conducta en el celo, como así también entregará células que formarán el cuerpo lúteo luego de la ovulación (Fernández Sánchez, 2008).

En una serie de trabajos en los que las ondas de desarrollo folicular, fueron vistas a todas las edades y en todas las vaquillonas, el primer ciclo ovulatorio fue corto (7,7 ± 0,2 días). Se puede concluir, que la composición de las ondas foliculares anovulatorias, fueron muy similares en las terneras prepúberes y en los animales maduros, difiriendo sólo en la magnitud, no en esencia (Martínez Espeche y Tríbulo, 2010).

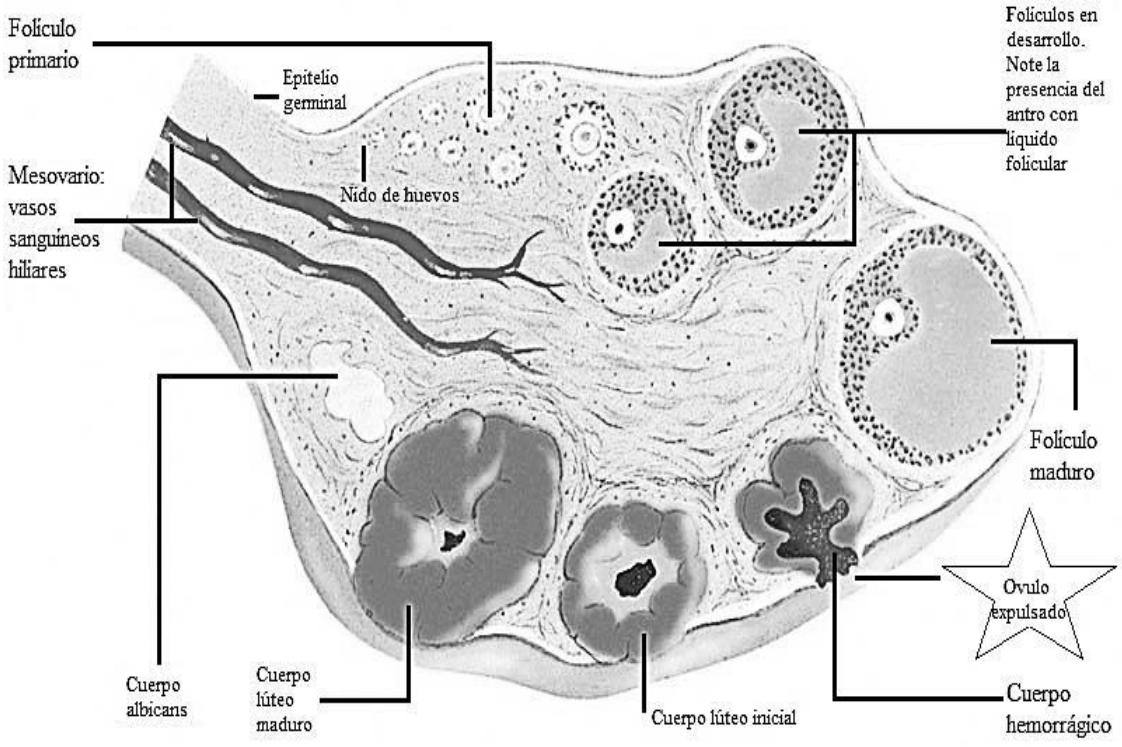


Figura 4. Secuencia de modificación en los folículos, ovulación y demás estructuras a diferentes edades en el ovario (adaptado de Salisbury et al., 1978).

En la hembra bovina, el crecimiento folicular es permanente, bajo la forma de oleadas de crecimiento. A este fenómeno se lo llama dinámica folicular y su finalidad será la de desarrollar un folículo preovulatorio. Este proceso continuo se da tanto en hembras jóvenes como adultas y en hembras gestantes. Sólo se interrumpe durante los últimos 30 días de preñez, en el posparto (primeros 20 días), durante el ciclo estral (no durante la

ovulación), anestros nutricionales (en particular en posparto), quistes ováricos (se interrumpe el ciclo pero no el crecimiento folicular) y enfermedades (Bartolomé, 2012).

La onda folicular se inicia con un grupo de reclutamiento de folículos en crecimiento (efecto transitorio de FSH). Dicho pico de FSH ocurre cuando el futuro folículo dominante alcanza un tamaño de unos 4 mm, luego disminuye. De este grupo, es seleccionado uno que continuará su crecimiento, los demás sufrirán atresia. Esto ocurre probablemente por el bajo nivel de FSH. El folículo seleccionado cumplirá con la misión de inhibir el crecimiento de los demás folículos de esa oleada en particular, conociéndose este momento como dominancia. Si el cuerpo lúteo regresa o no, dicho folículo ovulará o bien regresará (a este se le llama folículo dominante anovulatorio). En términos generales, en cada ciclo aparecerán dos o tres ondas de crecimiento folicular (es poco frecuente la aparición de cuatro ondas) (Fernández Sánchez, 2008).

La edad (vaquillonas) es una variable que puede permitir tres o más ondas (en ocasiones hasta cuatro). Por otro lado en vaquillonas de razas *Bos taurus indicus*, habría una mayor prevalencia de tres ondas (alrededor de un 57,1%), mientras que en *Bos taurus taurus* no es tan marcada tal diferencia. Además, *Bos taurus indicus* es capaz de reclutar mayor número de folículos por oleada que las hembras taurinas. También en hembras taurinas, el diámetro del folículo dominante es casi siempre mayor que hembras cebuinas. Factores nutricionales, de manejo y época del año, también afectan a las ondas de crecimiento pues se altera el eje hipotálamo – hipófisis – ovario, en especial en las concentraciones de estradiol, progesterona con respecto a LH (Motta Delgado et al., 2011).

El inicio de la pubertad en la hembra bovina se define como la edad en que los órganos reproductivos se tornan funcionales dentro de su desarrollo sexual. Sin embargo, no implica capacidad plena reproductiva, ya que ésta se da en un momento posterior (Roberts, 1971).

En realidad el inicio de la pubertad (desde un punto de vista endocrino) ocurre cuando se presenta el primer pico preovulatorio de LH. Cualquier evento reproductivo que ocurra antes de dicho pico debe interpretarse como que la hembra se halla en el periodo

prepuberal. Si el evento es a posteriori, ésta se halla en el periodo puberal (Martínez Espeche y Tríbulo, 2010).

Si se pretende ser más estricto, el inicio de la pubertad depende de la madurez del eje hipotálamo – hipófisis (adenohipófisis) y en menor importancia la capacidad de la hipófisis para producir gonadotrofinas y la sensibilidad ovárica (Hafez y Hafez, 2002). Si relacionamos la edad con el inicio de la pubertad, puede decirse que la hembra bovina la alcanza a los 6 – 9 a 18 meses de vida (es raro que una vaquillona presente estro a los 3 – 4 meses de edad) (Roberts, 1971).

Hay varios motivos que pueden afectar en más o en menos la aparición de la pubertad. Por citar algunos:

- Motivos nutricionales (por la característica pastoril de la cría, la pubertad puede ser más tardía).
- Motivos genéticos: razas índicas y sus cruzas (por sus características reproductivas, también es más tardía).
- La aparición precoz de la pubertad puede beneficiar al rodeo con la introducción de toros superadores (toros de alta capacidad de servicio) que transmitan a sus hijas dicha característica.
- Lo mismo ocurre con la fertilidad (si mejoramos la fertilidad, adelantamos la edad de aparición de la primera ovulación para tener más ciclos antes del primer servicio. La fertilidad aumentará a medida que ocurran ciclos después de la primera ovulación puberal) (Martínez Espeche y Tríbulo, 2010).

Las terneras mejor alimentadas hasta el destete, llegan a la pubertad con menor edad y mayor peso. Lo mismo ocurre con la alimentación postdestete. Un bajo consumo de proteínas inhibe el proceso reproductivo directamente y además reduce el consumo por baja digestibilidad por lo que también merma el consumo de energía; con respecto al sexo, las hembras llegan a la pubertad antes que los machos (retraso de 2 a 4 meses); el fotoperiodo y la temperatura ambiente también influye. Por lo general el clima tropical, favorece la aparición de la pubertad; el clima más benigno se correlaciona con la producción de pastos de mayor calidad (Bavera, 2000).

Pero, también existen otros elementos de tipo sensorial que actúan sobre el sistema nervioso central y el hipotálamo, influyendo sobre la reproducción, tales como: estímulos visuales, auditivos, olfatorios, luz, stress, temperatura (frío/calor), etc. (Roberts, 1971).

En términos generales, la primera ovulación en la pubertad suele no ir acompañada de comportamiento estral y se la conoce como ovulación silenciosa (celo silente). Esta particularidad, también suele apreciarse en la primera ovulación posparto en la vaca. La causa de lo antedicho, es debido a las bajas concentraciones de progesterona (P4) que produce un cuerpo lúteo pequeño y de vida media más corta a otros de ciclos posteriores. Dicho bajo nivel de P4, reduce el estímulo de los centros superiores, por lo que los niveles de estradiol también se hallan bajos y, en consecuencia la hembra no puede demostrar su comportamiento estral (Martínez Espeche y Tríbulo, 2010). Superada esta fase, el eje hipotálamo – hipófisis – ovario – útero permitirá la manifestación normal de los sucesivos ciclos estrales (Stahringer, 2003).

Con respecto al ciclo estral (proceso dinámico y continuo), es pasible de ser definido como el tiempo que ocurre entre dos periodos estrales. Dicho tiempo es variable en la hembra bovina: oscila entre 17 y 24 días, tomando a modo de promedio, 21 días. El mismo se halla controlado o regulado por un mecanismo neuroendocrino, el eje hipotálamo – hipófisis – ovario – útero (Ball y Peters, 2004).

En una primera aproximación puede describirse como que cuenta con cuatro periodos a saber: proestro, estro, metaestro y diestro (Salisbury et al., 1978). Esta particular regularidad en los ciclos, hacen que a la hembra bovina se la considere poliéstrica anual (Roberts, 1971).

Para una mayor comprensión es más apropiado dividirlo en tres fases: 1. Fase folicular o de regresión del cuerpo lúteo (proestro), 2. Fase periovulatoria (estro y metaestro) y 3. Fase luteal (diestro). Se toma el día cero del ciclo como el día del celo o calor aparente con evidentes signos conductuales y como el día del comienzo de un nuevo ciclo (Shearer, 2003).

La fase folicular o de regresión del cuerpo lúteo (proestro), es un periodo de preparación. Se inicia con la regresión del cuerpo lúteo (luteólisis) del ciclo anterior y finaliza con el inicio del celo o estro (Salisbury et al., 1978). La luteólisis incluye los estrógenos producidos por los folículos que estimulan la síntesis de receptores para oxitocina en útero. La oxitocina estimula la síntesis de prostaglandina $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$). Además, la acción de $PGF_{2\alpha}$ sobre las células luteales grandes, inducen la liberación de oxitocina por el cuerpo lúteo iniciando un feedback positivo entre $PGF_{2\alpha}$ y oxitocina con picos cada 8 a 10 horas (Bartolomé, 2012).

Así, cae la concentración de progesterona (P4) a niveles menores a 1 µgr/ml de 24 a 36 horas después del inicio de la luteólisis, con lo cual corta la retroalimentación negativa (feedback -) sobre hipotálamo, liberando a la adenohipófisis que aumenta la frecuencia pulsátil de FSH y LH (principalmente aumenta la frecuencia de los pulsos de LH: 1 pulso cada hora), determinando un estímulo para el crecimiento folicular. Deberá tenerse en cuenta que en esta fase existe un folículo dominante con líquido folicular y un óvulo que irá siendo influido hasta semejarse a una ampolla por virtud de FSH y LH para que produzca estrógenos (E2 o estradiol-17β). El folículo posee dos filas de células: una interna en contacto con el óvulo, llamadas células de la granulosa y otra más externa denominada células de la teca. Entre ambas hay una membrana basal. De las dos filas de células nombradas, provienen los estrógenos. El aumento en concentración de estos (que proceden del folículo preovulatorio) actuarán sobre hipotálamo e iniciarán las manifestaciones externas de celo (aquí comienza el llamado comportamiento pro – celo). También E2 determinará un aumento en el aporte sanguíneo y un crecimiento de los genitales tubulares. En este momento se inicia el celo o estro (periodo de deseo sexual) (Rippe, 2009).

En la fase periovulatoria (estro y metaestro) se dan varios fenómenos: inicio del celo (dura entre 6 y 18 horas), onda preovulatoria de gonadotrofinas y la ovulación. En el celo (entre el inicio de la luteólisis y el comienzo del celo, hay un intervalo de 58 a 60 horas), la conducta llega a su máxima expresión: se halla inquieta y muge con frecuencia. Además es evidente el edema de vulva y vestíbulo (Salisbury et al., 1978). Puede verse la presencia de un moco claro, viscoso, adherente y transparente que fluye de la vulva (Shearer, 2003).

Al inicio del estro, al igual que en el final del proestro, se observan signos de homosexualidad ya que la hembra se queda quieta e incluso es montada por otras vacas. Dicho moco, contiene unas proteínas llamadas feromonas (también se eliminan por orina) que atraen y excitan al macho. Durante este periodo el folículo crece rápidamente con el consecuente aumento de E2. Este notable aumento hormonal, además de mostrar los signos de celo, incrementan las contracciones del tracto reproductivo en pos de beneficiar el transporte de espermatozoides, óvulos y actúa sobre hipotálamo en la producción de los factores liberadores de gonadotrofinas (gonadotrophin releasing hormone o GnRH) que estimularán a la hipófisis anterior a secretar FSH y LH, que a su vez seguirá estimulando la producción de E2 (Rippe, 2009).

El nivel máximo de E2 es coincidente con el día previo al inicio del celo. Dicha concentración ocasiona el comportamiento propio del celo y estimula la descarga preovulatoria de LH (dura de 6 a 10 horas, se inicia junto con el celo y llega a su máximo pico 4 a 5 horas más tarde). La descarga preovulatoria de LH, que coincide con el pico de FSH, es causante de la ovulación, ocurriendo por lo general entre 24 y 30 horas después del inicio de las descargas preovulatorias de LH y FSH (Hafez y Hafez, 2002).

Luego de dicho pico de LH, FSH inicia un aumento paulatino en su concentración, indicando que otra onda folicular va a ocurrir. La duración del celo es muy variable. Oscila entre 30 minutos hasta más de 30 horas (como promedio tenemos 16 ± 4 horas) (Rippe, 2009).

Finalizado el celo, el ciclo continúa con el periodo metaestro que dura entre 3 a 5 días (Salisbury et al., 1978). Este periodo se caracteriza por formación de nuevo CL, aumento de P4, E2 niveles bajos, aumenta la concentración de FSH, inicio de una onda folicular, útero esponjoso (ya no se halla bajo la influencia de E2), cierto sangrado de origen capilar por vulva (solo en 40 – 60% de las hembras). Se lo llama sangrado metaestral y se lo atribuye al excesivo aumento de la irrigación del endometrio debido al estímulo de altos niveles de E2. Cuando cae el nivel de E2 luego de la ovulación, ocurre la aparición de sangre en la secreción vulvar (Hafez y Hafez, 2002).

Fruto de la ovulación en periodo de estro, la estructura que contenía al óvulo, se llama ahora cuerpo hemorrágico. Este cuerpo, se organizará posteriormente en un nuevo cuerpo lúteo. La vulva se torna rugosa, el cuello uterino comienza en forma gradual a perder su dilatación, mientras que también merma el flujo de moco. El crecimiento del epitelio vaginal, comienza a perderse (Salisbury et al., 1978). Las células foliculares inician su luteinización para transformarse en células luteales entre el día 5to al día 7mo del ciclo y finaliza el metaestro (Rippe, 2009).

Continuando con la fase luteal (diestro), la misma se caracteriza con el desarrollo total del cuerpo lúteo. Este cuerpo actuará en esta fase con su hormona, la P4, que engrosará al endometrio y desarrollará las glándulas y fibras musculares del útero (clara preparación para nutrir al futuro embrión y formación de la placenta) (Salisbury et al., 1978). Se considera que con concentraciones mayores a 1 ng/ml de P4, el cuerpo lúteo llegó a su madurez (Hafez y Hafez, 2002).

La secreción de P4 se halla modulada por la adenohipófisis, el útero, el ovario y la presencia de un embrión. Este episodio transcurre entre el día 5 al 18 del ciclo estral. La P4 está estimulada no solo por LH, sino también por FSH. El alto nivel de P4 se alcanza alrededor del día 10 hasta el día 16 – 18 del ciclo estral, dependiendo de la presencia o ausencia de un embrión. El embrión llega al útero entre los días 3 a 4 del ciclo estral. Los subsiguientes días (10 – 12), el embrión crecerá rápidamente y comenzará la formación de la placenta. El hecho que estas células embrionarias (trofoblásticas) se hallen presentes, es porque fabrican una señal química que consiste en la producción de interferón tau o interferón trofoblástico (INT-τ), proteína que bloquea los receptores de oxitocina, bloqueando a su vez a $PGF_{2\alpha}$ que proviene de útero, hormona que provoca la regresión del cuerpo lúteo (día 16 del ciclo estral aproximadamente). Todo este proceso, se conoce con el nombre de reconocimiento maternal. Entonces, el mantenimiento del cuerpo lúteo y los niveles elevados de P4, dependen de la presencia de un embrión en desarrollo en útero. Si no estuviese el embrión (no ha ocurrido fecundación), el cuerpo lúteo va en camino de degenerar por la acción de $PGF_{2\alpha}$. La $PGF_{2\alpha}$ del útero es transportada por la vena útero – ovárica hacia el cuerpo lúteo en un mecanismo denominado de contracorriente. De esta manera, los niveles de P4 disminuyen drásticamente, finalizando así el diestro y el inicio de un nuevo proestro (Rippe, 2009).

Para su mayor comprensión y por su grado de complejidad, es necesario saber que existen otras hormonas para que todos estos eventos ocurran de una manera sincronizada en el tiempo. Ahora sí es posible clasificar a las hormonas en hormonas primarias de la reproducción que actúan de manera directa sobre esta (proceden del hipotálamo, la adenohipófisis y la neurohipófisis, el útero y la placenta) y otras denominadas secundarias o metabólicas que no actúan de forma directa sobre la reproducción (Hafez y Hafez, 2002).

El hipotálamo se halla ubicado en la región del tercer ventrículo (diencéfalo), entre el quiasma óptico y los cuerpos mamilares. Este está conectado íntimamente con la hipófisis: a través de conexiones neuronales (el tracto hipotalámico – hipofisario) con la neurohipófisis y, a través de conexiones vasculares con la adenohipófisis. Esta última conexión, permite a la hipófisis, a partir de un mecanismo de retroalimentación negativa, regular la actividad del hipotálamo (Roberts, 1971).

Las hormonas hipotalámicas son de dos tipos: inhibidoras (inhibiting hormones o IH. Inhiben la liberación o secreción de hormonas producidas por hipófisis) y/o liberadoras (releasing hormones o RH. Estimulan la liberación o secreción de hormonas producidas por hipófisis). Dentro de las llamadas liberadoras, se hallan: hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRH), hormona liberadora de adrenocórticotropina (CRH), hormona liberadora de tirotropina (TRH) y hormona liberadora de somatotropina (STH). Dentro de las inhibidoras: el factor inhibidor de prolactina (PIF o prolactin inhibiting factor), hormona inhibidora de la somatotropina (somatostatina) y hormona inhibidora de la hormona estimulante de los melanocitos (MIH). Además produce oxitocina y vasopresina que quedan en depósito en la neurohipófisis. Estas dos últimas, no llegan al lóbulo posterior de hipófisis por vía vascular, sino que lo hacen a través de los axones del sistema nervioso. Una de las hormonas hipotalámicas, la GnRH, aporta un enlace humoral entre los sistemas neural y endocrino (Hafez y Hafez, 2002).

Por otro lado, es asiento de núcleos de neuronas que reciben estímulos viscerales y somáticos de los órganos de los sentidos. Esta información viaja por médula oblonga para alcanzar al hipotálamo por fibras nerviosas que fabrican dopamina, adrenalina, noradrenalina, serotonina y acetilcolina (neurotransmisores), como también fibras que liberan neuropéptidos tales como encefalinas, neurotensina, neuropéptido, dinorfinas y

endorfinas (indicativo que carece de receptores). Así, el hipotálamo integra dicha información, conectando respuestas a esos estímulos que provienen del ambiente. De esta forma, el hipotálamo, es considerado como el principal regulador de la homeostasis (López Landa, 2009).

La hipófisis o pituitaria se halla alojada en una cavidad ósea llamada silla turca que se encuentra en el hueso esfenoides, inmediatamente por debajo del hipotálamo. Ambas glándulas se comunican a través del infundíbulo o tallo hipofisario que contiene axones y vasos sanguíneos (Hafez y Hafez, 2002).

En la hipófisis pueden distinguirse dos partes: la adenohipófisis o hipófisis anterior y la neurohipófisis o hipófisis posterior. La primera se relaciona con el hipotálamo a través de un sistema venoso llamado sistema porta. La segunda puede considerarse como una extensión del hipotálamo relacionándose con este por medio de axones de neuronas hipotalámicas neurosecretoras (Figura 5) (López Landa, 2009).

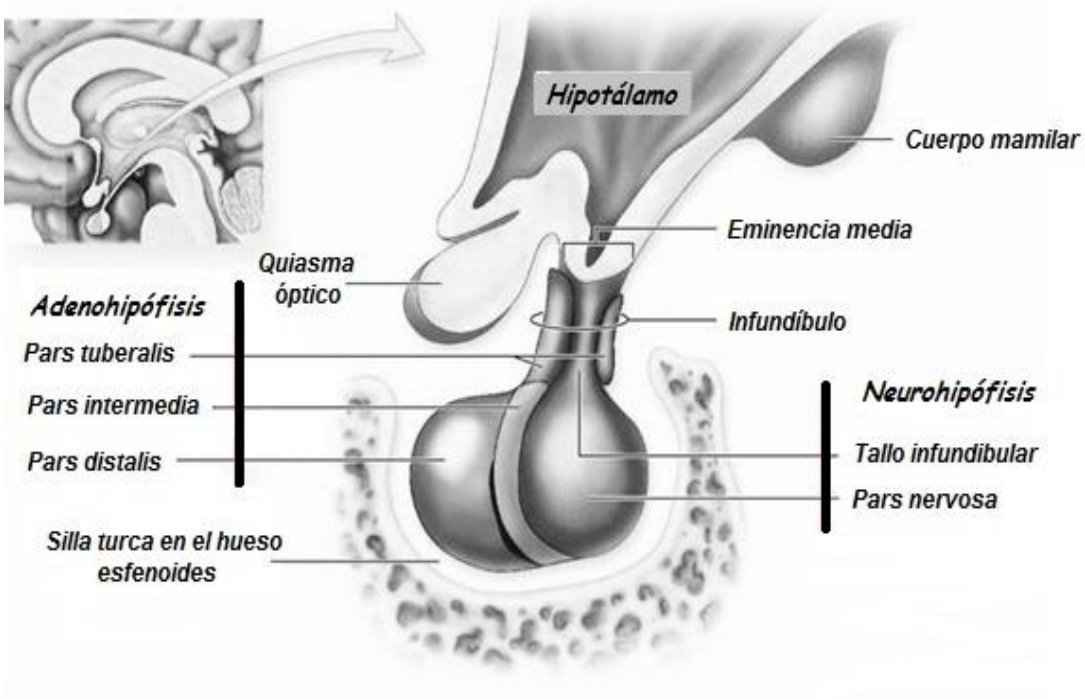


Figura 5. Relación anatómica entre hipotálamo e hipófisis (adaptado de Brandan et al., 2011).

De la adenohipófisis se obtienen seis hormonas: hormonas gonadotróficas (FSH y LH), hormona estimuladora de tiroides o tirotrópica (TSH), hormona adrenocorticotrópica

(ACTH), hormona de crecimiento, somatotropina o somatotrofina (STH), hormona prolactina (PRL) y hormona estimulante de los melanocitos (MSH) (López Landa, 2009).

La ACTH (hormona que deriva de la molécula precursora proopiomelanocortina o POMC) es fundamental para el mantenimiento y actividad de la corteza suprarrenal. Además, estimula la producción de glucocorticoides (de aquí que se la llame también hormona del estrés), eleva la glucemia y disminuye la producción de leche. La TSH es necesaria para el funcionamiento de la glándula tiroides y el control del metabolismo por estimular la producción de tiroxina. La STH se halla comprometida con el crecimiento corporal. Por otro lado, interviene en el desarrollo mamario y en la lactación. Promueve el crecimiento de los huesos largos, aumenta la retención de nitrógeno (por lo que influye en el metabolismo proteico), tiene acción además sobre el metabolismo de los hidratos de carbono e interviene en la lactación (Roberts, 1971).

La PRL promueve la lactancia (la inicia y la mantiene) e interviene en la conducta materna. Si bien tiene acción luteotrópica en roedores y ovinos, se la relativiza en la hembra bovina ya que es la LH la principal hormona que tiene dicha acción. Se halla bajo el control de la PIF hipotalámica. La FSH estimula el crecimiento y maduración folicular. Conjuntamente con la LH, estimula la producción de E2. La LH, además de la función anterior de estimular la ovulación, estimula la luteinización de los folículos ováricos. Es la verdadera hormona luteotrópica (Hafez y Hafez, 2002).

La neurohipófisis aporta sólo dos hormonas que tienen origen hipotalámico (Roberts, 1971). La oxitocina, además de su origen hipotalámico, también se produce en el ovario, precisamente en el cuerpo amarillo. Su acción: durante la fase folicular del ciclo estral y en las últimas etapas de la gestación, estimula las contracciones uterinas (en la hembra vacía y en la preñada) favoreciendo así al transporte del espermatozoide al oviducto durante el celo. La dilatación del cérvix durante el paso del ser próximo a nacer, provoca un estímulo reflejo positivo de oxitocina llamado reflejo de Ferguson. También interviene en la involución uterina luego de una distocia o de un prolapso de útero. Inmediatamente después del parto (dentro de las primeras 12 horas, cuando el útero se halla aún sensibilizado por E2 producidos por la placenta en el final de la gestación), puede tener algún valor clínico al prevenir una retención placentaria. La

oxitocina también es estimulada por otra acción refleja: durante la lactancia, a partir de estímulos visuales y táctiles relacionados con el amamantamiento o el ordeñe, favorecen su liberación. Dicha hormona provoca la contracción de las células musculares lisas o mioepiteliales que rodean los alveolos y conductos galactóforos de la glándula mamaria, induciendo la descarga de leche. Igual acción tiene sobre vejiga. Otra función que posee es la de actuar sobre el endometrio para que libere $PGF_{2\alpha}$ (acción luteolítica). La ADH (vasopresina o antidiurética), es la hormona restante que tiene origen hipotalámico. Contrae la musculatura lisa de las arteriolas con lo cual modula la hemorragia uterina pospartal y elevar así la presión sanguínea. Regula la reabsorción de agua procedente del filtrado glomerular de los riñones (Hafez y Hafez, 2002).

Las gónadas femeninas producen las siguientes hormonas: estrógenos, progesterona, andrógenos y relaxina. Las tres primeras también se producen en testículo (testosterona), corteza suprarrenal y placenta (Roberts, 1971).

Los estrógenos (estradiol y estrona) son sustancias esteroides que inducen al estro en la hembra, producidos por las células de la teca interna del folículo de De Graaf y por la placenta. El E2 actúa sobre el sistema nervioso central, pero, en la hembra bovina necesita una pequeña cantidad de P4 para inducir el estro. También actúa sobre el útero, aumentando la amplitud y la frecuencia de las contracciones, logrando potenciar así los efectos de la oxitocina y la $PGF_{2\alpha}$; favorece el comportamiento sexual; desarrolla los caracteres sexuales secundarios; estimula el crecimiento de los conductos y provoca el desarrollo de la glándula mamaria; ejerce un control de feedback tanto positivo como negativo en la liberación de LH y FSH a través de hipotálamo; ejerce una acción luteolítica en la vaca y tiene propiedades anabólicas (Hafez y Hafez, 2002).

Los estrógenos favorecen el aumento en la migración de los leucocitos hacia el lumen uterino, con lo que se incrementa la acción bactericida durante el estro. El tracto genital queda ahora preparado para la cópula. Las contracciones uterinas y el mucus del estro, facilitan la transferencia de espermatozoides al pabellón del oviducto y su viabilidad en el aparato reproductor femenino. Acciona en la acumulación y disposición del tejido graso corporal y adelanta la osificación de los cartílagos de crecimiento. A medida que avanza la gestación (en especial en las últimas semanas) va aumentando E2 por parte de

la placenta, hasta alcanzar su máximo cercano al parto. Así proporciona el tono uterino adecuado, sensibiliza al miometrio a la oxitocina, relaja el cérvix, vagina, vulva y los ligamentos pelvianos (Roberts, 1971).

La progesterona es secretada por células lúteas del cuerpo amarillo, la corteza adrenal y la placenta. Su producción es mantenida por la hormona luteotrófica LH. El cuerpo lúteo es esencial para la gestación de la hembra bovina. Sus funciones: preparar el endometrio para la implantación y mantenimiento de la preñez (aumenta la actividad de las glándulas secretorias endometriales para que produzcan leche uterina necesaria para nutrir el huevo e inhibe la movilidad del miometrio); actúa de manera sinérgica con E2 para inducir el comportamiento estral y desarrolla el tejido alveolar de la glándula mamaria. A concentraciones elevadas, P4 inhibe el estro y la ola ovulatoria de LH (Hafez y Hafez, 2002).

La relaxina es secretada por el cuerpo amarillo durante los últimos estadios de la gestación. Junto con E2 relaja los ligamentos pelvianos, dilata el cérvix y la vagina, necesario para el parto. En la hembra bovina no tiene acción alguna sobre la sínfisis púbica (Roberts, 1971).

De los líquidos gonadales se han aislado también inhibinas, activinas y folistatina. Éstas actúan modulando la señal endocrina de LH, no son esteroides, solo proteínas. Las inhibinas son producidas por las células de la granulosa y secretadas a la sangre venosa en la hembra. Desempeñan un rol importante en la regulación hormonal de la foliculogénesis ovárica durante el ciclo estral (actúan como señales a la hipófisis respecto al número de folículos que crecen en el ovario). Reducen la secreción de FSH a un nivel que permite mantener el número de ovulaciones específicas para una determinada especie. Por otro lado, las inhibinas contribuyen al control de la liberación diferencial de LH y FSH desde la hipófisis. En cambio, a diferencia de la anterior, las activinas estimulan la secreción de FSH. Finalmente, tenemos a la folistatina (otra proteína hallada en el líquido folicular) que actúa de manera similar a la inhibina. También se une con la activina y neutraliza su actividad, lo que indica que modula la secreción de FSH (Hafez y Hafez, 2002).

Respecto de las hormonas placentarias, resulta importante considerar en primer lugar que tipo de placenta tiene la hembra bovina. Los bovinos poseen unas células binucleadas coriónicas fetales o diplocariocitos que migran para constituir sincitios (tanto de origen materno como fetal) en la unión del tejido materno y fetal, lo que demuestra que el epitelio uterino no se pierde. Dichas células gigantes, secretan proteínas y esteroides. A raíz de esta particularidad, a la placenta en rumiantes se la considera sinepiteliocorial (antes considerada epiteliocorial) (Figura 6 y 7). La placenta es cotiledonaria ya que las vellosidades coriónicas forman estructuras llamadas cotiledones. Los mismos, se caracterizan por tener una abundante irrigación sanguínea. Estos se unen a zonas avasculares del endometrio denominadas carúnculas. A dicha unión se la conoce como placentoma. La hembra bovina se la considera multicotiledonaria por lo que posee decenas de cotiledones. La morfología de los placentomas en la vaca es convexa y posee entre 70 a 120. Las funciones que la placenta cumple durante la vida prenatal son las que desarrollan casi todos los sistemas del organismo después del nacimiento. Así la nutrición, excreción, respiración, protección y regulación endocrina ocurren en este órgano (Barbeito, 2010).

En la placenta sinepiteliocorial se encuentran las siguientes estructuras microscópicas:

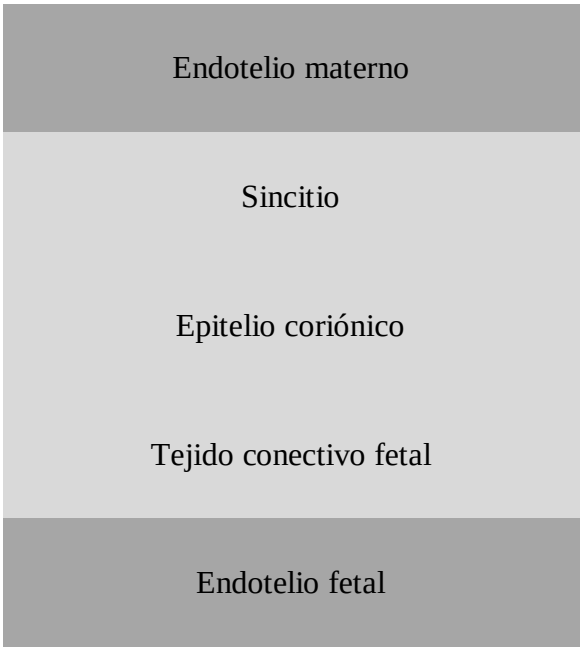


Figura 6. Placenta sinepiteliocorial (adaptado de Hafez y Hafez, 2002).

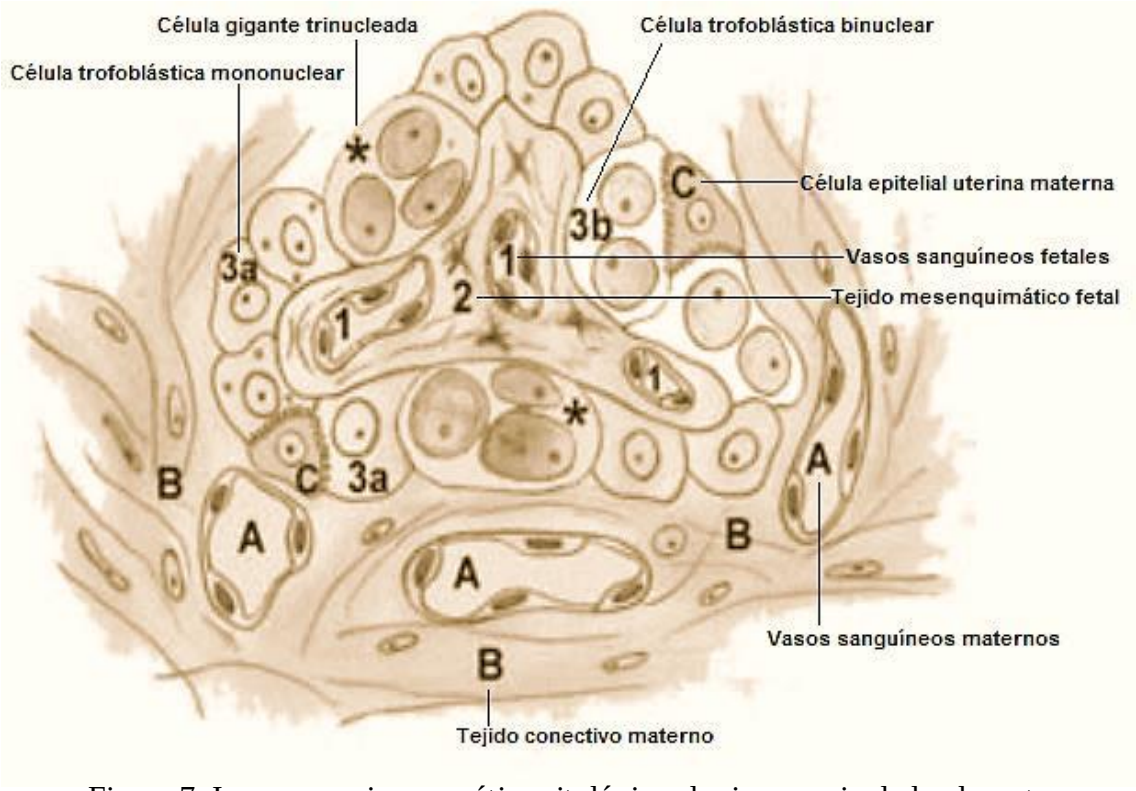


Figura 7. Imagen semiesquemática citológica al microscopio de la placenta sinepiteliocorial (adaptado de Barbeito, 2010).

La placenta secreta dos esteroides: E2 y P4 (en la unión feto – placenta) y dos proteínas: el lactógeno placentario con propiedades similares a la prolactina y a la hormona de crecimiento (la más importante). Regulan los nutrientes maternos que recibe el feto y probablemente participen en el crecimiento fetal. Pueden detectarse en suero materno en los últimos tres meses de gestación. La otra proteína es la proteína B de la preñez. A diferencia de las anteriores, la produce el feto. El INT-τ es el responsable en la prevención de la destrucción del cuerpo lúteo en la gestación temprana, por lo que se relaciona con el reconocimiento materno de la preñez (Hafez y Hafez, 2002).

Las prostaglandinas son secretadas por casi todos los tejidos corporales. Su nombre, proviene del sitio que por primera vez fue aislada, la próstata (Roberts, 1971). Actúan localmente en el lugar de su producción, interactuando de una forma de célula a célula, motivo por el cual no se la considera una hormona. Las relacionadas con la reproducción son dos: $PGF_{2\alpha}$ y prostaglandina E_2 (PGE_2). La $PGF_{2\alpha}$ (originada en el útero) naturalmente es la responsable de la luteólisis. Su potencia es tal que incluso puede terminar con una preñez temprana. Por otro lado interviene en la contracción del

músculo liso en el aparato reproductor y gastrointestinal, en la ovulación, en la formación del cuerpo amarillo (al tener el control sobre él, regula la duración del ciclo estral), en el parto y en la eyección de leche. Un aumento de E2, estimula la síntesis y liberación de $PGF_{2\alpha}$. El embrión en desarrollo envía una señal de reconocimiento materno de la preñez a útero, evitando así la acción luteolítica de $PGF_{2\alpha}$ (Hafez y Hafez, 2002).

VII. Examen clínico – reproductivo de la hembra bovina:

Un organismo no necesita reproducirse pues no afectará su vida desde un punto de vista fisiológico. Tal es así que no la realiza hasta llegar casi a su peso de adulto, requiriendo un amplio aporte de nutrientes tanto en calidad como en cantidad para la madre y el feto. Por lo tanto, cualquier adversidad ambiental, carencia de nutrientes, enfermedades y/o cualquier otro factor que provoque estrés, influirá negativamente sobre la reproducción. Esta deducción permite concluir que la reproducción es una función considerada de lujo (Roberts, 1971).

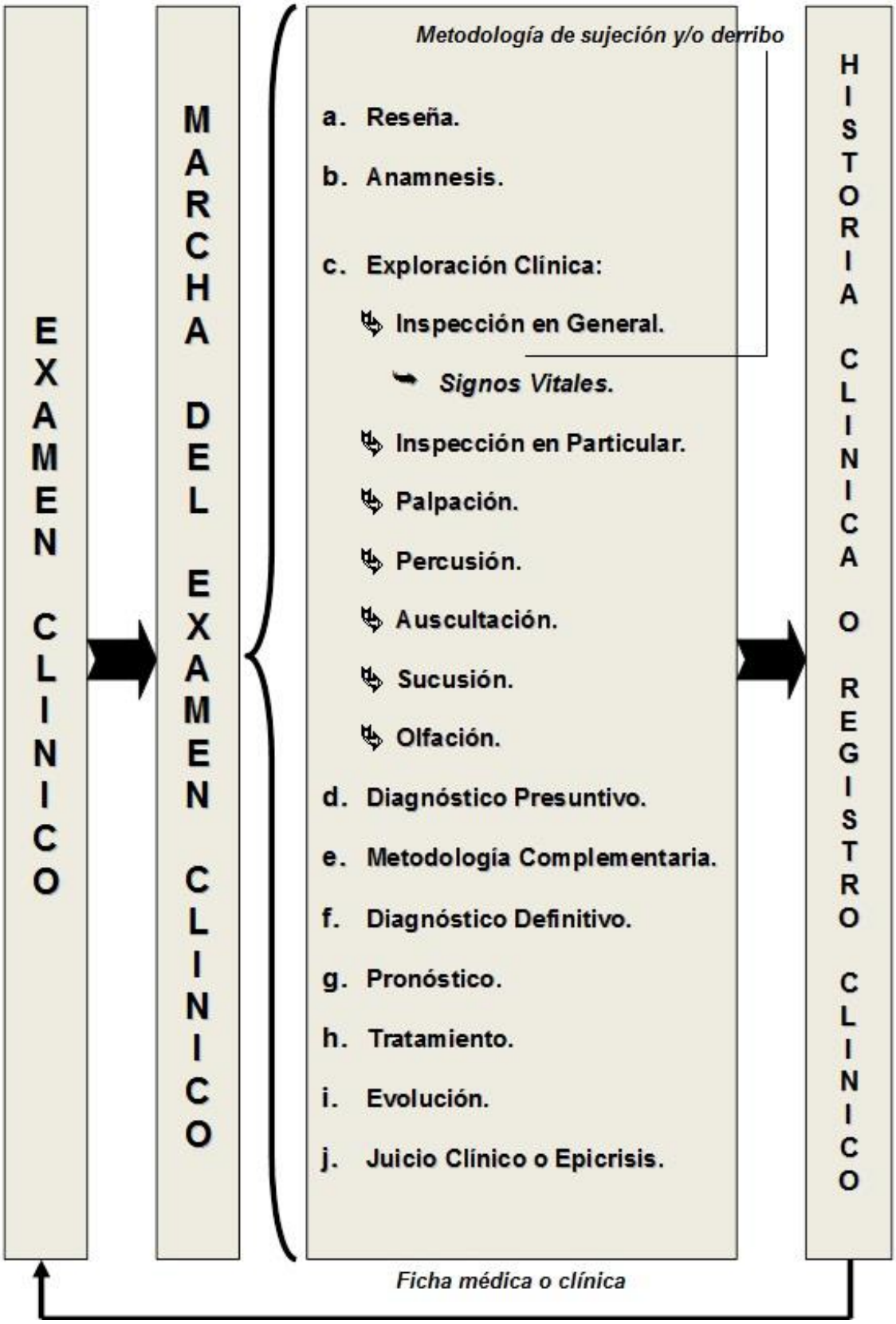


Figura 8. Protocolo clínico tipo (adaptado de Monina et al., 2008a).

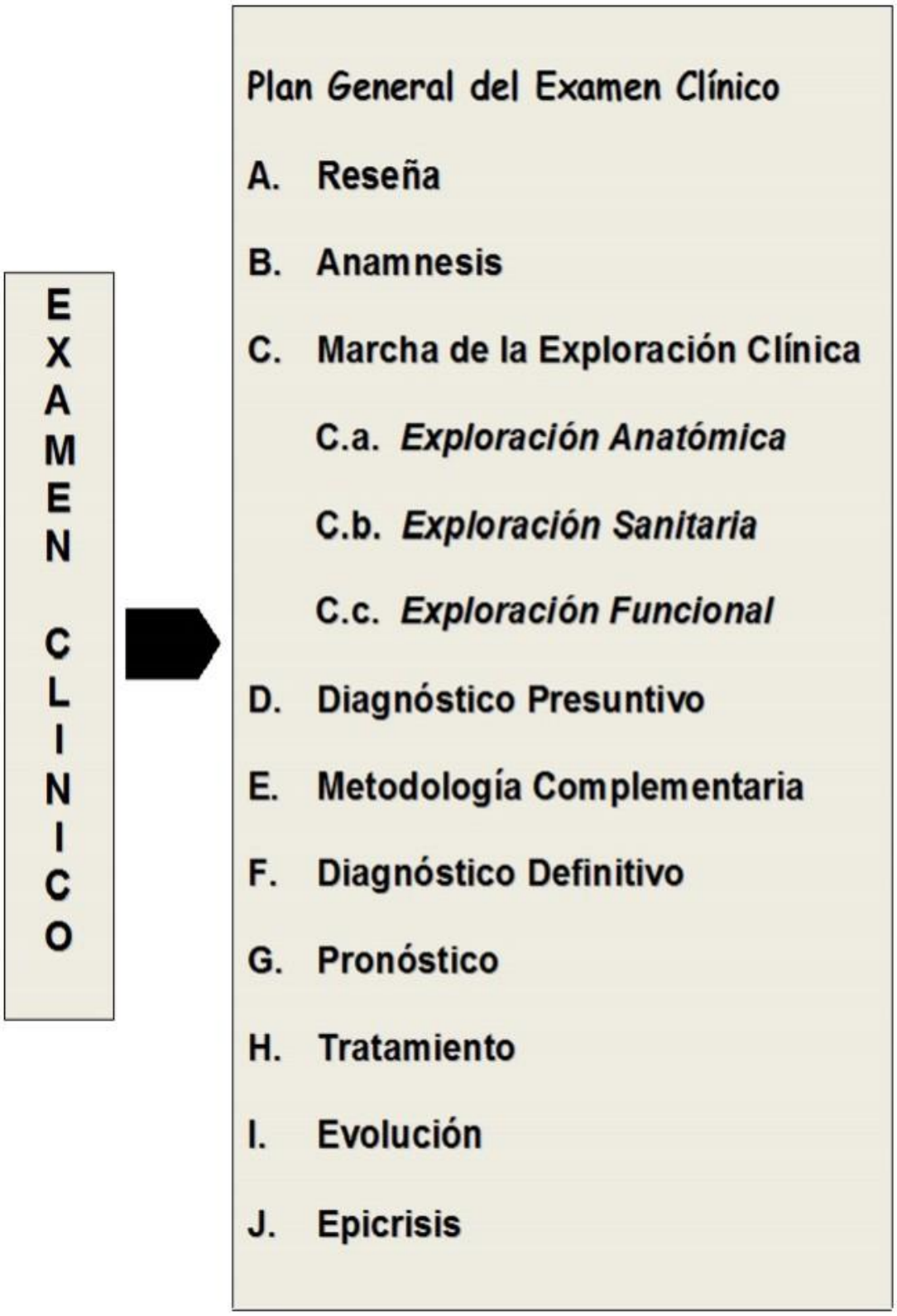


Figura 9. Examen clínico – reproductivo de la hembra bovina (adaptado de Monina et al., 2002).

Esto explica por qué se debe partir de un rodeo de cría clínicamente sano, es decir que se halle en equilibrio con el ambiente en donde se desenvuelve para que pueda expresar todo su potencial productivo. Por tal motivo la medicina veterinaria necesita de una metodología que asegure que ese rodeo se halle en homeostasia. Para ello se vale del examen clínico (Figura 8 y 9) (Monina et al., 2008a).

La medicina clínica cuenta con una ciencia que constituye el pilar fundamental de la misma, la semiología, cuyo protocolo o método clínico (marcha del examen clínico) reúne un orden de conocimientos que permite la identificación de diversas manifestaciones (signos) en un paciente (semiología individual) o en varios (semiología grupal: poblacional o colectiva) y un objetivo: alcanzar el diagnóstico a partir de esas manifestaciones (pasa de simples observaciones a la construcción de conocimientos de mayor complejidad). Luego del diagnóstico, podrá emitir un pronóstico y un tratamiento específico para esa noxa. Finalmente, le permitirá hacerse una autocrítica de su actuación como una forma de autosuperación profesional. La semiología clínica brindará información sobre cómo buscar esas manifestaciones (semiotecnia) y reunirlas e interpretarlas (propedéutica) (Monina et al., 2012).

La información recabada, permitirá elaborar una historia o registro clínico que deberá dejarse escrita, con valor médico – legal (Monina et al., 2002).

Motiva el examen genital en la hembra bovina: conocer el momento del ciclo estral en que se halla, determinar trastornos de la fertilidad, comprobar la gestación, atender distocias, diagnosticar enfermedades (Rosenberger, 1981) y mejorar la eficiencia reproductiva (Bartolomé, 2012).

Plan general del examen clínico:

A. Reseña:

El examen clínico comienza con un plan general de examen, primero la reseña y luego la anamnesis. La reseña recopila datos del propietario, de la unidad productiva y del/los paciente/s [especie, raza o porcentaje estimado de pureza racial (tipo), sexo y estado del mismo, edad promedio por categorías, biotipo, frame score (tamaño o estructura

corporal), peso, pelaje o señas particulares, identificación y la utilidad]. La reseña permite orientar el diagnóstico y la terapéutica (Monina et al., 2008a).

B. <u>Anamnesis</u>:

La anamnesis es un momento de interrogación que se le efectúa al propietario o encargado. Dirigida por el clínico, permite que la persona se explaye acerca del motivo de la consulta. Las preguntas deberán ser precisas y claras (Radostits et al., 2002).

Se interroga acerca del motivo de la consulta, edad al primer servicio, duración del entore, qué tipo de toros usa, si se efectúa algún método de diagnóstico de gestación, si hubo abortos, si se utiliza toros probados, si analiza la información de cada toro que se le entrega, si conoce qué son las diferencias de progenie (DEP´s), si realiza inseminación artificial, cuál es el porcentaje de parición, curso de la alteración (si existe), en qué época comienza la parición, si realiza algún seguimiento de la parición, si conoce la duración del puerperio y cómo cursa, qué tipo de manejo nutricional y sanitario preventivo realiza, lleva registros físicos – productivos, realiza análisis de gestión (Zemjanis, 1977).

La anamnesis orienta al clínico y completada la exploración clínica, podrá llegar a un diagnóstico presuntivo. Puede ser clasificada en pasada o remota y presente o actual; individual o grupal (poblacional y colectiva), ambiental y económica. En la pirámide de producción (Figura 10), pueden apreciarse todas las variables y comprender la complejidad del proceso clínico – productivo (Monina et al., 2002).

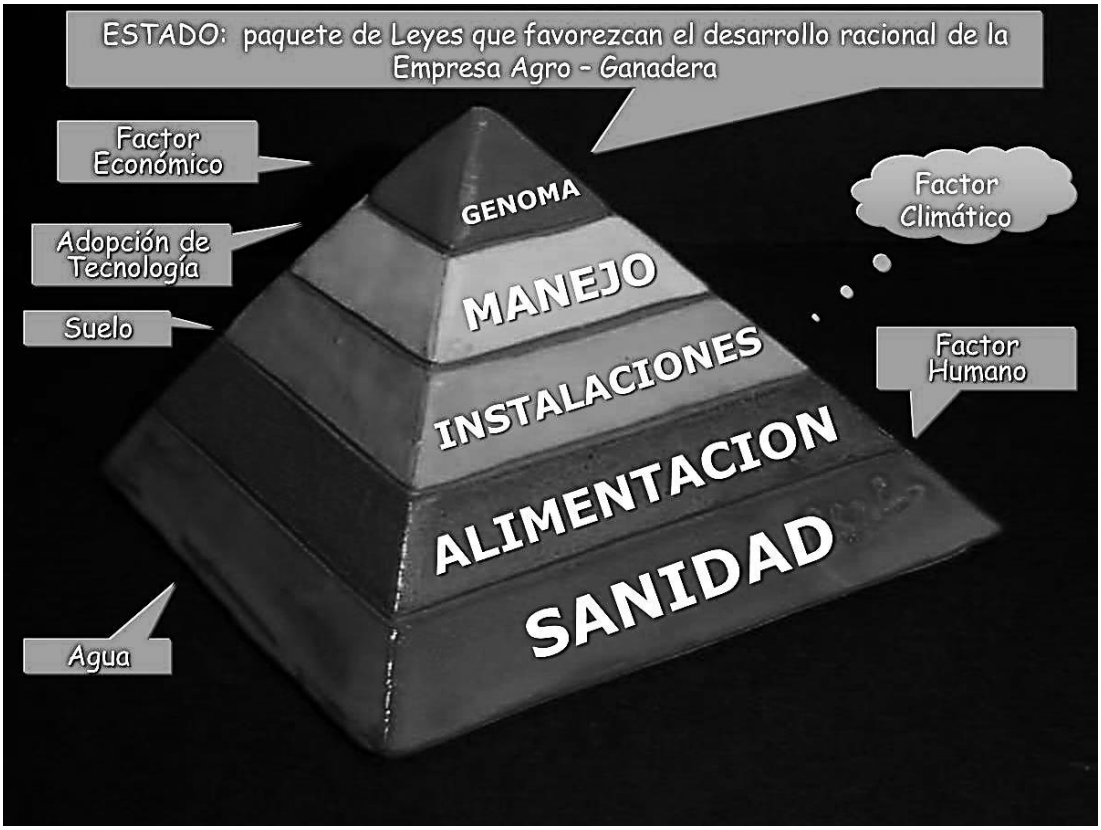


Figura 10. Pirámide de producción (Monina et al., 2002). Interpretación: la pirámide se lee desde su base. Los elementos que se hallan en su interior, son controlados por el profesional. Los que se encuentran por fuera, solo pueden ser controlados parcialmente.

C. <u>Marcha de la exploración clínica</u>:

Culminada la anamnesis se continúa con la exploración clínica con tres tipos de exploración: anatómica (física o morfológica), sanitaria y funcional (aptitud reproductiva) (Monina et al., 2012).

C.a. <u>Exploración anatómica (física o morfológica)</u>:

La exploración anatómica se realiza por inspección y palpación. Se comienza con una inspección general en el lote o potrero, observando el tamaño del rodeo (es deseable que no supere las 250 – 300 madres pues facilita el control y el manejo, en particular cuando éste se halla en zonas de monte). Además, permite ver al rodeo in situ para relacionar el eje suelo – planta – animal (análisis del medio ambiente) y confrontarlo con posibles

causas de trastornos de fertilidad. No obstante y si las instalaciones así lo permiten efectuar la inspección en los corrales de encierre (Monina et al., 2002).

La inspección en general comienza con el estudio del estado general, se valora la conformación, tipos constitutivos, estado nutricional (EN) o score de condición corporal (se usan escalas que van del 1 al 5 o del 1 al 9). Se recomienda realizar la observación individualmente, al menos en un 50% de las vacas del rodeo. Permite inferir si dicho estado se condice con el momento reproductivo, manejo adecuado de la carga animal, estado de la pastura, etc. Se evalúa la cobertura grasa y la masa muscular en parrilla costal, zona lumbosacra, abdomen, base de la cola y pecho. Así se desprenden estados como caquexia, subpeso, óptimo, sobrepeso y obesidad, estado de la piel y del manto piloso (se debe relacionar con la sanidad y con el alimento, pero en particular con los nutrientes del mismo) (Monina et al., 2008a).

Continúa con el estado de la psiquis, se investiga el comportamiento o conducta (en especial el temperamento). Además, se exploran fascies, posturas o actitudes, trastornos de la marcha y vocalización (Rosenberger, 1981).

Antes de la inspección en particular se investigan las constantes fisiológicas o signos vitales que le permitirán tener una aproximación del estado del medio interno u homeostasia del/los paciente/s. En general se trabajará con un 10% de la población seleccionando al menos un 50% de aquellos que muestren signología clínica y el otro 50% con aquellos que no aparentan tener signos. Se combinan maniobras de inspección, palpación y auscultación para explorar termometría, mucosas aparentes, sistema linfático, estado de hidratación, frecuencia cardíaca y pulso arterial, frecuencia respiratoria y frecuencia de defecación y micción (Monina et al., 2008b).

Se continúa con la inspección en particular que se realiza en el yugo o cepo, se hace en el pre – servicio o en el momento de la palpación rectal (60 días post – servicio). Es prudente efectuar una extracción de sangre identificada y realizar la prueba tuberculínica para la exploración sanitaria. Se evalúa la cronología dentaria para conocer la edad del vientre, necesaria según el tipo de servicio (si es precoz 15 y 18 meses) y se correlaciona con el peso. De esta manera se genera una nueva categoría: la vaca que cría su último ternero (Vc CUT). Es la Vc llamada vulgarmente medio diente.

El otro objetivo es conocer el estado de la dentadura independientemente de la edad: directamente relacionado con el ambiente (suelo/pasto/agua, el desgaste prematuro de las piezas dentarias) y el manejo del ganado. Interesa examinar además el esqueleto, la condición corporal (CC), el estado de las pezuñas, la columna vertebral, la pelvis y las masas musculares (Monina et al., 2002).

La conformación de los genitales externos (vulva y ligamentos anchos de la pelvis) se evalúan tanto en su aspecto general, como su tono (se inspeccionan y se palpan externamente en forma bimanual) (Rosenberger, 1981). El borde caudal de los ligamentos anchos (normalmente tensos) se relaja y hunde uno a dos días antes del parto cediendo a la palpación. Una relajación fuera de este momento debe considerarse anormal. Debe prestarse atención al grado de hundimiento de la fosa isquiorectal, pues modifica en forma oblicua la posición de la vulva. Los labios vulvares deben verse simétricos y con tono. Comienzan a relajarse en el último trimestre de gestación, siendo máxima cercano a los quince días antes del parto. La vulva muestra un aumento de tamaño durante el celo y antes del parto, acompañado de una elevación de la cola como consecuencia de la máxima relajación de los ligamentos (Zemjanis, 1977).

Interesa valorar la presencia de descargas vulvares como tal o costras que se forman en la cola, los muslos o en la vulva. Las descargas mucosas y transparentes al final del proestro y estro son signos físicos del estro (Rosenberger, 1981). Puede observarse sangre en el metaestro (más común de observar en Vq que en Vc por el tamaño de la vagina). En Vc paridas se puede apreciar secreciones o loquios constituidas por elementos sanguíneos y restos de endometrio hasta la tercera semana posparto (Zemjanis, 1977).

La glándula mamaria se inspecciona en el pre y posparto, se observa edema y aumento glandular (Bonsma, 1966), su meso de sostén y la forma, su piel: grado de elasticidad y color) de cada uno de los cuartos y pezones (Rosenberger, 1981).

El examen vaginal no es de rutina, a excepción de situaciones especiales. La palpación (directa) de vagina rara vez es necesaria, excepto en el parto o en el puerperio (Zemjanis, 1977). Debe aclararse en este momento que dicho examen se realizará siempre luego de la palpación transrectal, con limpieza en seco de genitales externos y

región perineal. Se observará la forma y abertura de la porción vaginal del cérvix, color y humedad del orificio externo del útero y de la mucosa vaginal y vestibular (normal: color rosado húmedo) (Rosenberger, 1981). Salvando lo antedicho, se continúa con la palpación rectal o transrectal (es indirecta ya que se practica a través del recto) (Zemjanis, 1977).

El cérvix es la primera estructura que debe ubicarse: firme, cilíndrico y un tanto nodular, hallado en la línea media del piso pélvico, cerca de la cresta púbica. Se evalúa el grado de movilidad, involución, largo, volumen y simetría (Zemjanis, 1977).

Desde el cérvix, la mano se desplaza hacia craneal para abordar el cuerpo uterino que tiene cinco cm de largo. Éste se continuará con los ligamentos intercornuales dorsal y ventral, sitio de la falsa bifurcación de los cuernos uterinos. El cuerpo uterino no tiene significación clínica (Rosenberger, 1981).

El útero es bicórneo y se ubica generalmente en el abdomen. De acuerdo a su peso y al grado de movilidad del cérvix, se lo puede hallar en cavidad pélvica. Clínicamente, interesa más el diámetro o grosor de los cuernos, que su largo (Zemjanis, 1977).

Para palpar puede efectuarse el método de retracción directo (se toma el cérvix y se lo retrae hacia caudal hasta donde sea posible) o el indirecto, el cual es el método recomendado y único que funciona (Zemjanis, 1977).

Para evitar las contracciones uterinas, peristalsis y tenesmo durante el procedimiento, se recomienda palpar útero antes que ovarios. Se prestará atención al tamaño, grosor de las paredes, simetría, consistencia, contractilidad, eventual contenido y posibles lesiones (Rosenberger, 1981).

Seguidamente se buscan palpar con los dedos pulgar e índice a los oviductos (salpinx) y bolsa ovárica. En general son explorables pero no palpables, por lo que no se incluyen en el examen de rutina (Monina et al., 2002).

Con el útero retraído, cada ovario se halla situado a cinco cm a los lados del extremo ovárico de cada cuerno (Rosenberger, 1981). Su forma es similar a una almendra, con una consistencia firme y nodular (Zemjanis, 1977). La técnica palpatoria para el ovario

consiste en tomar al mismo entre los dedos anular y medio y palpar la superficie no adherida con el pulgar (Roberts, 1971).

En el ovario es factible palpar estructuras funcionales normales que se relacionan con el ciclo estral y otras consideradas anormales como los quistes ováricos (son estructuras llenas de un fluido acuoso o de un material semiacuoso con áreas ligeramente compactadas que tienen un diámetro superior a 2,5 cm y que persisten en el ovario por más de 10 días. Básicamente son folículos que no han ovulado cuando deberían haberlo hecho y en su mayoría ocurren después del posparto). Dentro de las primeras hallamos al folículo, su diámetro es de 1,5 cm a 2,5 cm. Si se halla esta situación acompañada de un útero fácilmente contraíble, es de pensar que se ha detectado un folículo de De Graaf. El hallazgo de múltiples estructuras y comúnmente en ambos ovarios, de paredes delgadas, más tensas y distendidas, de diámetro superior al anterior (por lo general mayor a 2,5 cm) cercanas una de otras, es considerado anormal, tratándose de folículos quísticos (quistes foliculares o degeneración quística del folículo de De Graaf). La hembra en cuestión tiene una conducta sexual típica de hiperestrogenismo (ninfómana) con baja concentración de P4 debido a la ausencia de un cuerpo lúteo funcional, o bien se halla en anestro. Son anovulatorias y afectan a toda edad, incluso a terneras vírgenes (Roberts, 1971).

El inicio del desarrollo de un cuerpo lúteo se detecta al palpar una depresión no mayor a 1 cm de profundidad. Por otro lado, disminuyen los signos externos del celo (Zemjanis, 1977).

En ocasiones suele palparse además una formación idéntica a la anterior y de tamaño similar a los folículos quísticos (Zemjanis, 1977). Por lo general se caracterizan por anestro (altos niveles de P4 impiden el incremento de LH y por lo tanto la ovulación) y son anovulatorios (sospecha de quiste luteínico o luteinizado). Sus paredes son más gruesas (poseen una fina capa de tejido luteínico) pero blandas (Roberts, 1971). Estos por lo general son únicos (Rosenberger, 1981).

Otra estructura quística que puede hallarse es el cuerpo lúteo quístico. Se diferencia del anterior en que tiene una cavidad interna con contenido acuoso en su interior. Es funcional y no se considera patológico pues no altera la función reproductiva.

Finalmente, es importante recordar la causa que origina ovarios quísticos: la baja concentración de LH que impide producir la ovulación y el adecuado desarrollo del cuerpo lúteo. Dicha anormalidad hormonal que causa infertilidad o esterilidad es secundaria a factores nutricionales, hereditarios y/o de estrés (Roberts, 1971).

C.b. Exploración sanitaria:

Seguidamente, se procede a iniciar la exploración sanitaria. Aquí es factible de investigar determinaciones en sangre (Brucelosis, Leptospirosis, Leucosis bovina, Neosporosis), leche (dosaje de hormonas), orina (Leptospirosis) e hisopados nasales (Complejo respiratorio bovino), vaginales y del cérvix (se investiga a las descargas vulvares) para estudios bacteriológicos, virológicos y dosaje de hormonas (P4 en sangre o leche; E2 en sangre). Respecto a Trichomoniasis y Campylobacteriosis, en la hembra no se investiga pero sí realizan en toros. Corresponde además hacer la lectura de la prueba tuberculínica por intradermorreacción en pliegue anocaudal izquierdo (48 horas post – aplicación). La colpocitología (como predictor del momento del ciclo en que se halla la hembra), no brinda información en el bovino. Sí, está indicada la biopsia para histopatología de endometrio (Monina et al., 2002).

C.c. Exploración funcional:

A continuación, todas las hembras que conformarán el rodeo de vientres y que hasta el momento han logrado el estatus de salud, deberán iniciar la exploración funcional. Dicha exploración funcional (o de aptitud reproductiva) consta de una evaluación fenotípica, evaluación del estado nutricional (CC), valoración del frame score (FS), medición de área pélvica (AP), grado de desarrollo reproductivo (GDR o score genital), evaluación genotípica y valoración de cruzamientos (Monina et al., 2002).

C.c.1. Evaluación fenotípica:

El fenotipo es la expresión de la genética influenciada por el medio ambiente que actúa como condicionante. Es lo que se puede evaluar en un individuo, viendo y midiendo. Cada una de las características analizadas se denomina rasgo (color, altura, aplomos, grasa dorsal, ganancia diaria de peso, etc.) (Monina et al., 2002).

La observación de los animales (grupal e individual) es indispensable. Nos brinda una idea acerca de: la salud general del individuo, del balance corporal y de los aplomos del animal (Monina et al., 2008c). La corrección de dichas variables es fundamental para la longevidad en condiciones pastoriles extensivas, de esta forma se busca eficientizar el porcentaje de reposición de Vq. Un vientre productivo longevo, denota otro criterio a tener en cuenta: la fertilidad (Blockey, 1992).

También es factible de seleccionar individuos por caracteres que se relacionen con indicadores de subfertilidad (estado de disminución permanente de la potencialidad reproductiva) y fertilidad. Esta selección de las características y atributos morfológicos y fisiológicos que reflejan la adaptabilidad al medio, es conocida como selección por eficiencia o aptitud funcional, cuya base principal es la apreciación visual de signos externos que nos indican la fertilidad de un animal (Bonsma, 1966). Sin embargo, el fenotipo brinda una información subjetiva pues dependerá fundamentalmente de la habilidad (criterio) del observador (Monina et al., 2002).

C.c.2. Condición corporal (CC):

La alimentación y la condición corporal de la hembra son dos cuestiones que se deben analizar en forma conjunta con el fin de eficientizar la utilización del forraje y mejorar los índices reproductivos del rodeo (Moralejo, 2004). Esto es así pues con la CC se considera al tejido adiposo no solo como tejido de reserva almacenada, sino también como un tejido glandular capaz de producir una hormona, la leptina. La leptina, al actuar como hormona integradora de la homeostasis energética del organismo, su concentración plasmática está fuertemente correlacionada con el resto de las hormonas involucradas y con el estado energético del animal. La leptina actuaría en el hipotálamo, en regiones relacionadas con la regulación del peso pero también en las zonas de regulación de la liberación de las neurohormonas que controlan la secreción de hormonas de la hipófisis anterior, como la hormona luteinizante (LH) y la hormona del crecimiento (GH) (Rondán Cortes, 2011).

Por otro lado (desde el aspecto reproductivo), existe un neurotransmisor llamado neuropéptido Y (NPY) que se produce en el núcleo arcuato hipotalámico. El NPY aumenta la ingesta y disminuye la termogénesis. El principal mecanismo por el que la

leptina regula el apetito es, por lo tanto, inhibiendo la síntesis y secreción de NPY. En rumiantes, el neuropéptido Y tiene efectos inhibitorios en la liberación de gonadotrofinas. El neuropéptido Y es el mediador primario de la acción de la leptina en el hipotálamo regulando la secreción de GnRH ya que mediante la inhibición del NPY por parte de la leptina se produce la secreción de GnRH especialmente de LH. Por lo tanto el NPY es un inhibidor/regulador de la GnRH, mientras que la leptina inhibe el NPY. Cuando la CC baja, disminuye la concentración de adipocitos disminuyendo con ello la producción de leptina, lo que permite que se incremente el NPY causando un bloqueo de la GnRH (Cobos Villavicencio, 2011).

Ahora, puede definirse el estado corporal (E.C.), estado nutricional (E.N.) o condición corporal (CC), como la cantidad de energía metabolizable almacenada en forma de tejido graso y muscular en un animal vivo. En consecuencia, permite conocer cuál es la cobertura grasa de un animal, la que se relaciona con la reserva energética que puede ser usada en un momento determinado para mantenimiento, producción y/o reproducción. La calificación de la CC puede ser evaluada en cualquier momento del ciclo productivo. Es una herramienta práctica y repetible que permite valorar el porcentaje de tejido adiposo subcutáneo (reservas corporales con que la vaca cubrirá sus requerimientos) presente en ciertas zonas del cuerpo (lomo, región lumbar, caderas y encoladura). Es un método económico, repetible, no invasivo, independiente del peso y tamaño del animal y preciso para evaluar el estado de las reservas energéticas dadas por la cobertura grasa del animal. No requiere el uso de balanza ya que el peso no tiene buena correlación con las reservas corporales. Con esta metodología, no se tiene en cuenta el tamaño, la raza del animal, la preñez y el contenido del aparato digestivo. Es un método de análisis subjetivo. La evaluación será significativa si las apreciaciones no difieren de ¼ a hasta medio punto dentro de la misma escala. Usando a la ultrasonografía (técnica objetiva de medición), se ha encontrado que hay una correlación alta entre la medida obtenida con el ecógrafo y el valor dado por el técnico (Monina et al., 2002).

La cuantificación de la CC, puede hacerse a través de dos escalas: la primera tiene una graduación que va de 0 a 5 (escala de Lowman o sistema inglés) (Tabla 1) y la segunda va de 1 a 9 (escala de Herd y Sprott o sistema americano) (Tabla 2). La primera puede ser usada con medios puntos intermedios, por lo que permite primero trabajar con

números enteros y una vez que están bien definidos, se pueden utilizar los medios puntos para lograr mayor exactitud en la determinación. Cada punto que aumenta, representan 50 – 70 Kg. La segunda, permite que por cada punto, representen 25 – 35 Kg (Rondán Cortes, 2011).

Rango	Estado	Estado corporal
0	Muy flaca	Muy mala
1	Flaca	Mala
2	Delgada	Regular
3	“Término medio”	Moderada
4	Gorda	Buena
5	Muy gorda	Muy buena

Tabla 1. Escala de Lowman o sistema inglés (adaptado de Monina et al., 2002).

Rango	Estado	Estado corporal
1 – 2	Flaca	Mala
3	Vaca límite	Regular
4 – 5	Término medio	Moderada
6 – 7	Gorda	Buena
8 – 9	Muy gorda	Muy buena

Tabla 2. Escala de Herd y Sprott o sistema americano (adaptado de Monina et al., 2002).

Sin embargo, al ser ambas escalas semejantes en su determinación y en las especificaciones de cada grado, existe una correlación entre ellas, por lo que pueden usarse indistintamente (Tabla 3). Resulta conveniente en primera instancia valerse de los números enteros y una vez que se hallan bien definidos, pueden utilizarse los medios puntos para lograr mayor exactitud en la determinación (Maresca et al., 2008).

Equivalencias en las dos escalas de estado corporal									
Escala 1 a 5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Escala 1 a 9	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Tabla 3. Equivalencias en las dos escalas de estado corporal (adaptado de Maresca et al., 2008). Referencias: celdas sombreadas indican el umbral crítico de CC al parto.

La variación en la CC de vacas de carne tiene una serie de aplicaciones prácticas. La condición de las vacas al parto se asocia con la longitud del intervalo post – parto (es decir, se hace referencia al anestro post-parto). Se debe tener en cuenta que la hembra

debe quedar preñada nuevamente dentro de los 80 días post – parto, si se pretende tener una Vc/ternero/año; rendimiento de la lactancia subsiguiente; la salud y el vigor del ternero recién nacido y la incidencia de dificultades al parto en Vq extremadamente obesas (Whittier y Steevens, 2007).

A continuación, se trata de combinar la alimentación con la CC en los distintos momentos relacionados con la reproducción por los que pasa la hembra bovina (Tabla 4):

Parto

Gestación	Puerperio	Servicios
280 (promedio 283) días	30 días	55 días
Intervalo parto/parto (IPP) = 280 + 30 + 55 = 365 días.		

Tabla 4. Distintos momentos reproductivos en la hembra (adaptado de Roberts, 1971).

√ Parición – servicio: en este momento ocurrirá el parto, lactación, involución uterina, ovulación y concepción. Es un período de altos requerimientos. Es un período de ganancia de peso cercana a 1 Kg con una energía metabolizable de por lo menos 18,5 megacalorías/día, lo que equivale a un consumo de pasto de 40 a 45 Kg con un 20% de materia seca (MS) y una concentración de energía cercana a 2 Mcal, proteína bruta (PB). Para lograr este consumo en la región semiárida (tarea para nada fácil), se deberá prever la existencia de lotes preparados para tal fin (reservados). Se debe tener en cuenta que si a los 365 días del año se les restan 280 – 285 de gestación, restan solo 80 días para lograr una nueva preñez, si se desea lograr un ternero/Vc/año. Si una Vc no se desteta precozmente a los 60 – 70 días y permanece con el ternero al pie, la lactancia aumentará paulatinamente los requerimientos después del parto y hasta el tercer mes (26 Mcal EM y 1,5 Kg de PB/cab/día para una Vc de 400 Kg) (Moralejo, 2004). Respecto a la CC, hay que correlacionarla con la que tenía el rodeo en el último tercio de preñez. En general, la Vc pierde medio punto de su CC (escala: 1 – 5) al parir. Se considera que existe una CC umbral al parto que oscila en 2,5 – 3 (escala: 1 – 5) o bien, una CC de 5 (escala: 1 – 9). Valores por debajo de CC 3, las hembras logran un 62% de celo

dentro de los 80 días post – parto; con CC 3 se logra un 88% y con CC 3,5 superan el 90% (Rondán Cortes, 2011).

- √ Durante el tacto: el tacto se realiza durante el otoño (en este momento puede aprovecharse también para realizar una cronología dentaria). La CC debería estar en un mínimo de 3 (escala: 1 – 5). Si bien una Vc gestante en este momento tendrá bajos requerimientos, habrá vientres con terneros al pie (se deberá considerar a la categoría Vc CUT) que requerirán una estrategia de manejo que permita elevar su CC. Dicha opción, podría ser el destete precoz, la cual permitirá alcanzar una CC no menor a 3 (escala: 1 – 5). De esta manera, dichas Vc, deberán recuperar su CC en otoño, para entrar en un estado aceptable al invierno, período en el cual sufrirán la máxima restricción nutricional debido a una disminución en la producción de pasto y a su vez, una disminución en su calidad nutritiva. El destete baja los requerimientos de la Vc transformándola de 1,4 a 0,7 EV, en forma brusca, situación que permite una recuperación de su estado corporal (Rondán Cortes, 2011).
- √ Fin de servicio – destete: aquí la Vc está preñada, requerimientos de gestación bajos (son los primeros meses de desarrollo del embrión), baja la producción láctea, por lo que este período es de requerimientos menores. Pero, lo que se debe atender es que no se deprima el peso del ternero a destetar. Lo ideal es que se haga un destete precoz y reciba una alimentación diferenciada cuali/cuantitativamente. Ambas categorías se verán favorecidas (Moralejo, 2004). Al inicio del servicio, la CC mínima recomendada está entre 2,5 y 3 (escala: 1 – 5). Valores por debajo de 2,5 producirán una alta cantidad de hembras en anestro nutricional. En hembras con una CC menor a 5 (escala: 1 – 9), presentarán un bajo porcentaje de preñez. Así mismo, si se extendiera el servicio a 180 días, el porcentaje de preñez no mejorará sustancialmente. Además traería como consecuencia no lograr una Vc/ternero/año. Entre la CC y la duración del período parto – parto, las hembras con menor CC tendrán un mayor período parto – parto. Se tratará que la hembra no termine el servicio con una CC menor a 5 (escala: 1 – 9) (Rondán Cortes, 2011).
- √ Del destete hasta 60 días antes del parto: período de requerimientos de mantenimiento, incluso puede hacerse restricción nutricional, dependiendo del

estado nutricional con que la Vc ha salido del destete (14 Mcal EM y 0,8 Kg de PB/cab/día). Se tendrá en cuenta el efecto benéfico si se aplica el destete precoz. Si así ocurrió, los vientres deberían llegar con una CC entre 3 y 4. En este momento, debería corresponder considerar la suplementación proteica y mineral (forrajes de baja calidad, tienen concentraciones mínimas de minerales), primero por las necesidades del feto que está creciendo y segundo por la madre en el momento cercano al parto (síndrome de la Vc caída). Las Vq de primera parición no deberían pasar por una restricción (Moralejo, 2004).

√ Últimos 60 días de preñez: en este período se está definiendo el peso del ternero (en los últimos 10 días, un ternero debe aumentar unos 0,400 Kg diarios de peso). Dicho aumento, facilitará que el ternero llegue al parto con adecuadas reservas de glucógeno hepático (asegura que pueda responder a adversidades y al estrés propio del nacimiento). El desarrollo de la glándula mamaria, permitirá un incremento de la actividad del amamantamiento con lo cual el nuevo ser hallará un calostro rico en anticuerpos (dicha transferencia pasiva, permitirá al ternero afrontar el ataque de agentes patógenos, con lo cual disminuirán las muertes perinatales) (Moralejo, 2004). Por otro lado, un buen nivel nutricional facilitará una pronta recuperación del aparato reproductor de la madre, por lo que es de suponer que se hará hincapié en el uso de forrajes diferidos de mediana a buena calidad. En este momento los requerimientos tenderán a aumentar: 17 Mcal EM y 0,95 Kg de PB/cab/día para una Vc de 400 Kg de peso. Además, este momento es adecuado para evaluar la CC (por lo general, es normal que un 20 – 30% de los vientres tengan una CC inferior a la media), tanto en Vc como en Vq de primera parición. Téngase presente que pasar de una CC 2,5 a 3,5 (escala: 1 – 5), implica un aumento del porcentaje de preñez cercano al 28% (Rondán Cortes, 2011).

La subnutrición durante la gestación, genera un retardo del crecimiento y desarrollo fetal. Esto tiene un efecto negativo en el crecimiento post – natal pues se afecta el desarrollo del aparato gastrointestinal, disminuyendo la eficiencia de utilización del forraje (Maresca et al., 2014).

Por otro lado, el retardo en el crecimiento fetal, también puede impactar en el desarrollo del aparato reproductivo (el desarrollo de los órganos reproductivos ocurre durante el

primer tercio de la gestación: ovarios, hacia el día 55). La restricción nutricional durante dicho período, generará en las Vq hijas una reducción de la reserva folicular ovárica. Sin embargo, se ha observado que la suplementación durante el último tercio de la gestación con un concentrado proteico de 28 – 42% de proteína bruta (PB), no se observó diferencias de peso al nacer de los terneros, pero sí diferencias de peso al destete en un rango de 7 a 9 Kg, mayor peso al momento de iniciar el servicio y mayores índices de preñez, comparado con terneras hijas de madres no suplementadas. La restricción nutricional durante el último tercio de gestación, puede reducir en un 5% el peso al nacer y en un 7% el peso al destete (Maresca et al., 2008).

Además, la restricción nutricional en el último tercio de la preñez, se relaciona con un menor peso al nacer, un aumento en la incidencia de distocias, alta morbilidad y mortalidad de los recién nacidos. Dicha restricción, afecta la habilidad del ternero para absorber inmunoglobulinas (IgG), condición clave para su inmunidad. Esta situación, se verá más agravada en Vq de primera parición. No obstante, la cantidad y calidad de calostro, así como también la concentración de IgG, el total de ácidos grasos y la concentración proteica, pueden verse alterados tanto en casos de sobrealimentación como en casos de subnutrición. Es probable que esta situación se dé por madres con restricción en proteínas, o bien, en terneros afectados de madres por restricción, que se verían disminuidos en la capacidad de absorber IgG adecuadamente (Maresca et al., 2014).

La producción de calor del neonato, es crucial en su supervivencia. En Vq de primera parición, restringidas en proteínas o energía durante el último tercio de gestación, darán crías con una menor capacidad para producir calor después del nacimiento. La formación de tejido adiposo (adipogénesis) se inicia en la mitad de la gestación en la hembra bovina, la cual se superpone con la miogénesis secundaria (Figura 11). Una correcta nutrición materna, favorecerá la cantidad de adipocitos intramusculares y por lo tanto el carácter cárnico marmóreo. Entonces, la etapa fetal sería la más eficiente para incrementar el marmóreo en la carne de la descendencia (el marmóreo, determina el sabor y la jugosidad) (Maresca et al., 2014).

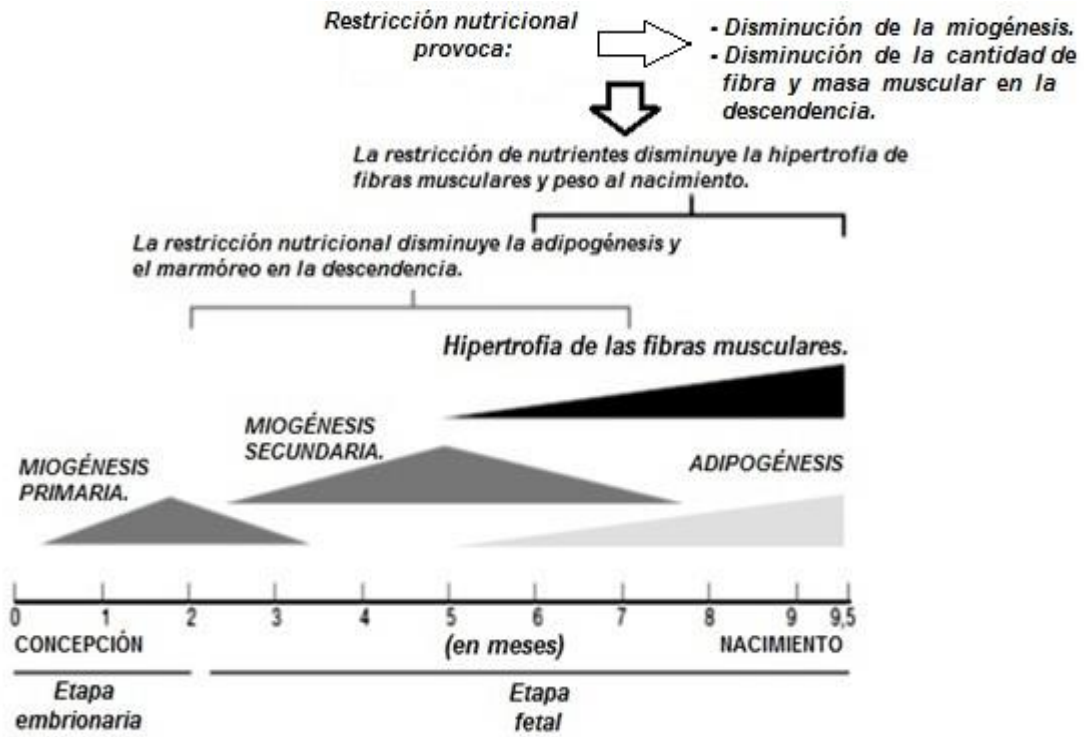


Figura 11. Desarrollo del músculo esquelético y tejido adiposo durante la gestación (adaptado de Maresca et al., 2014).

Seguidamente se podrá apreciar cómo distintos niveles nutricionales impactarán sobre la performance reproductiva de la hembra (Tabla 5):

Nivel nutricional	Porcentaje de celo a los 50 días post - parto	Porcentaje de concepción al primer servicio
Alto en pre – parto y alto en post – parto	76	77
Alto en pre – parto y bajo en post – parto	65	42
Bajo en pre – parto y alto en post – parto	25	65
Bajo en pre – parto y bajo en post – parto	6	33

Tabla 5. Impacto de la alimentación sobre la performance reproductiva (adaptado de Moralejo, 2004).

Esta tabla indica que cuando hay escasez nutricional, la misma permite seleccionar cuál es la mejor opción para obtener adecuados índices de preñez. Cuando se trabaja en zonas semiáridas donde la estacionalidad forrajera es muy importante y la producción

de pasto errática porque puede haber variaciones ocasionadas por fluctuaciones en los regímenes de lluvia en los diferentes años, la disponibilidad de forrajes que vamos a tener no siempre es similar, por lo cual es muy importante conocer los requerimientos de la vaca para poder establecer manejos y estrategias nutricionales; estas a su vez deben estar relacionadas con la condición corporal o el estado corporal de la vaca. Determinar dicha CC en la Vc y relacionarla con la disponibilidad forrajera para que la hembra demuestre su potencial reproductivo, se hace imperante conocerla (Tabla 6 y 7) (Moralejo, 2004).

CC al parto (escala 1 a 9)	Porcentaje de celo a los 40 días post – parto	Porcentaje de preñez
Falto (4)	19	< a 60
Moderado (5)	21	88
Bueno (6)	31	98

Tabla 6. CC y eficiencia reproductiva (adaptado de Moralejo, 2004).

CC al servicio (escala 1 a 9)	Porcentaje de celo a los 40 días post – Parto	Porcentaje de preñez	Porcentaje de partos tempranos
Falto (4)	19	52	15
Moderado (5)	21	86	40
Bueno (6)	31	96	56

Tabla 7. Relación CC al entore/porcentaje a los 40 días post – parto/porcentaje de preñez/porcentaje de partos tempranos (adaptado de Moralejo, 2004).

Se puede deducir que el nivel nutricional que reciba la Vc en el pre – parto influirá sobre el intervalo parto/primer celo, mientras que el nivel que recibe en el post – parto influirá en la concepción al primer servicio (Moralejo, 2004).

C.c.3. Tamaño, estructura corporal o frame score (FS):

Vale la pena dejar en claro que tamaño o estructura corporal no es equivalente a condición corporal. La condición corporal es una observación subjetiva referida al estado nutricional del animal y que se visualiza, principalmente, a través del estado de la gordura y musculatura. A igualdad de otros factores (sexo, edad, biotipo) dos animales del mismo frame (tamaño, dado principalmente por su estructura ósea) pueden diferir grandemente en su condición corporal. Aquel que tuvo un plano nutricional acorde con

sus requerimientos en un momento dado, tendrá una condición corporal muy buena, buena o satisfactoria, mientras que si a otro le faltó alimento para ese mismo momento, además de ser más liviano, su condición corporal no será buena y estará falto de estado. Por otro lado y también a igualdad de otras condiciones, se pueden tener dos animales de frame muy diferente, pudiendo el de mayor frame (tamaño) tener una muy pobre condición corporal en relación al más chico. Consecuentemente, el conocimiento de la condición corporal, es una excelente herramienta de apreciación subjetiva que, entre otras cosas, asiste al productor para hacer más eficiente el manejo nutricional del rodeo, pero debe quedar en claro que no significa lo mismo que frame, el cual está asociado con el tamaño del animal, independientemente de su estado o condición corporal (Pourrain, 2004).

El tamaño corporal, medido en términos de la relación entre la altura y la edad (frame score), es una característica de alta heredabilidad (0,40) y por consiguiente responde a la selección (Monina et al., 2002). El frame, es una medida objetiva, basada en la relación de la altura a la grupa de un animal con su edad (debería ser constante en el tiempo). Es una manera simple, útil y comprensible de describir su tamaño o estructura corporal. Asimismo, la altura, relacionada con la edad, es un criterio comprobadamente válido para estimar la velocidad de maduración (tiempo necesario para llegar a la madurez fisiológica y luego al tamaño adulto). Dicho de otro modo, el conocimiento del frame, brinda una idea bastante aproximada con relación a los patrones de crecimiento y de deposición grasa, así como también, del tamaño/peso de faena y/o adulto que tendrá un animal. De esta manera, el frame puede ser un criterio adicional, a usar junto a otros, en la selección de reproductores. También, el criterio del frame puede ser una herramienta útil, para complementar de la forma más eficiente: tamaño del animal, sistema de alimentación y producto a obtener (Pourrain, 2004).

El frame se expresa en una escala que va de 1 (el más chico) a 9 (el más grande) y, para determinar el valor de escala del frame de un animal, se utilizan tablas de doble entrada (edad y altura a la grupa). En la elaboración de las tablas, así como en lo que concierne al desarrollo conceptual del frame y su aplicación, se destacan los trabajos realizados por los departamentos de producción animal de las Universidades de Missouri y Wisconsin, de los EEUU, plasmados en la guía de recomendaciones de la Beef

Improvement Federation. Las tablas utilizadas (hay para machos y para hembras) son de aplicación universal, ya que para obtener las relaciones entre edad, altura a la grupa y el valor de frame correspondiente (escala 1 a 9) se utilizaron miles de observaciones provenientes de todo tipo de razas y cruzas, con ellas se calcularon las ecuaciones para establecer las relaciones correspondientes (Tabla 8). La mayoría de las razas británicas (Angus, Hereford, Shorthorn) estarán en el rango de 1 a 5, las continentales (Charolais, Fleckvieh, Limousin, Chianina) se ubicarán en el rango de 5 a 9 y las sintéticas (Braford, Brangus, Santa Gertrudis e incluyendo entre ellas a la Brahman) entre 7 y 9. Es importante destacar que un frame de 9 no significa lo mejor sino el tipo de animal más grande. En realidad no hay un tamaño de frame que sea el mejor, sino que lo mejor (o el frame que más conviene) dependerá, entre otras cosas, del ambiente, del sistema de producción (manejo), los objetivos del productor y los mercados (demanda) existentes (Pourrain, 2004).

Según la estructura, podrá hacerse una clasificación en grupos con las características más relevantes: Animales de estructura chica (1 a 3), pequeño en sus dimensiones corporales, miembros cortos, cuerpo corto, alcanza la madurez y deposición de grasa a edad temprana, costo de mantenimiento bajo. Animales de estructura mediana (4 a 6): valores intermedios. Animales de estructura grande (6 a 9): lo contrario a 1, son los de mayor capacidad de crecimiento pero los de mayor costo de mantenimiento. La medición se realiza en la misma manga, donde se hace la escala, y todo animal que supere o no alcance los frames deseados es rechazado. Esto representará el patrón de crecimiento de ese animal (Monina et al., 2002).

Para la medición zoométrica, se utiliza un instrumento llamado estadiómetro o tallímetro, que consta de una escala graduada, perpendicular al suelo y otra adherida a la anterior, formando un ángulo de 90º que descansa sobre la grupa del animal. Esta vara de medición tiene marcada una escala de alturas y sobre ella se desliza un brazo que contiene un nivel de burbuja. Para hacer la medición, la vara es colocada verticalmente al costado de la cadera del animal y el brazo deslizante es ubicado controlando su nivelación sobre la cadera, directamente encima de las protuberancias coxales. La medida se lee sobre la escala de la vara vertical. Es necesario que el piso sea plano, que el animal se encuentre bien parado, ni encorvado ni tendiendo a sentarse, determinando

un rectángulo con sus puntos de apoyo y con la cabeza en posición normal sin encepar. El momento ideal de medición es entre el destete y el año de edad (Monina et al., 2002).

Frame score en vaquillonas (expresado en centímetros)									
Edad en meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	84,07	89,15	94,48	99,82	101,90	110,23	115,57	120,65	125,98
6	86,61	91,94	97,02	102,36	107,44	112,77	118,11	123,19	128,52
7	89,15	94,23	99,56	104,65	109,98	115,06	120,39	125,47	130,81
8	91,44	96,52	101,85	106,93	112,01	117,35	122,43	127,51	132,84
9	93,47	98,80	103,88	108,96	114,05	119,38	124,46	129,54	134,62
10	95,50	100,59	105,66	110,99	116,07	121,16	126,23	131,32	136,65
11	97,28	102,36	107,44	112,52	117,85	122,93	128,00	133,09	138,17
12	99,06	104,14	109,22	114,30	119,38	174,46	129,54	134,62	139,70
13	100,58	105,66	110,74	115,57	120,65	125,73	130,81	135,89	140,97
14	101,85	106,93	112,00	117,09	121,92	127,00	132,08	137,16	142,24
15	103,12	108,20	113,03	118,11	123,19	128,27	133,09	138,17	143,25
16	104,14	109,22	114,05	119,12	124,20	129,03	134,11	139,19	144,01
17	105,15	109,98	115,06	119,88	124,96	129,79	134,87	139,95	144,78
18	105,91	110,75	115,82	120,65	125,73	130,55	135,63	140,46	145,54
19	106,42	111,50	116,33	121,15	126,23	131,06	136,14	140,97	145,80
20	106,95	112,00	116,84	121,66	126,50	131,57	136,40	141,22	146,30
21	107,44	112,27	117,10	121,90	127,00	131,82	136,65	141,47	146,55

Tabla 8. Frame score para vaquillonas (adaptado de Crews et al., 2002). Expresado en centímetros. Referencias: celdas sombreadas indican el promedio del tamaño a nivel nacional.

El tamaño promedio del rodeo nacional está en una alzada (altura) de 2 a 3. Se eliminarán valores menores a 2 y mayores a 5. El toro Aberdeen Angus o Hereford clásico de nuestros rodeos tiene un frame de 3 a 4.5, mientras que los biotipos nuevos (americanos) suelen ser mayores de 6 (escala 1 a 9) (Monina et al., 2002).

C.c.4. Área pélvica (AP):

Esta medida es una estimación del canal del parto y sirve como predicción sobre las posibilidades futuras de un parto fácil que tendrá una vaquillona de reposición. Se utiliza para su medición un instrumento llamado pelvímetro. Hay varios tipos para efectuar la pelvimetría: Krautmann – Litton: hidráulico; Rice: ramas metálicas con calibre. El AP se obtiene multiplicando los valores de los diámetros bis – ilíacos u

horizontal y sacro – pubiano o vertical. El momento de la exploración se sugiere realizarla durante la revisación preservicio de las vaquillonas, pudiendo hacerse en forma práctica en la manga. Es una inspección en particular que se lleva a cabo transrectalmente. El crecimiento del AP, está relacionado con la nutrición, manejo y edad del parto. Las razas tienen AP diferente, la raza paterna tiene igual de influencia que la materna. Tanto el peso al nacimiento de la cría, como la medida del área pélvica, son genéticamente manipulables, ya que sus porcentajes de heredabilidad (h^2) son de 0,42 y 0,55, respectivamente (Monina et al., 2002).

Es conveniente seleccionar vaquillonas de reposición por peso (peso de preservicio mínimo del 60 – 65% del peso adulto de las vacas del rodeo del que provienen), desarrollo y AP. El AP en el toro tiene una importancia relativa, mientras que en la madre es absoluta. Muchos productores y veterinarios han utilizado el AP como único criterio de selección, quedándose con las Vq de mayor AP para evitar las distocias. Con esto no sólo no redujeron las distocias sino que aumentaron los problemas e incrementaron el tamaño adulto ya que la medida de AP está correlacionada positivamente con el peso al nacimiento y el tamaño adulto de las vacas. Está demostrado que la selección de Vq basada únicamente en AP no reduce la incidencia de distocias (Mihura y Casaro, 1999).

Una de las formas más criteriosas de utilizar la medición de AP como una herramienta para disminuir la distocia, es eliminando las Vq que no alcancen una medida mínima y dividiendo en dos lotes el resto, de acuerdo al AP. Por ejemplo: AP grande (menor riesgo) y AP chica (mayor riesgo) (Tabla 9). Deberían descartarse aquellas cuyo valor no supere los 120 cm^2. Por lo tanto el área pélvica se debe relacionar con el peso al nacimiento de los toros a utilizar (alta h^2). Para toros Aberdeen Angus y Hereford, pensando en servicio de vaquillonas de servicio a los 2 años, debería estar entre los 27 y 29 kilos (no mayor de 30 Kg, con un frame score igual o un punto superior al de las vaquillonas) y con la característica de bajo peso al nacimiento (Mihura y Casaro, 1999).

Se aconseja usar la pelvimetría para manejo y para seleccionar hembras por su fenotipo (subjetivo). En esta etapa (selección de vaquillonas de reposición) su medición precoz (información objetiva) favorecerá la disminución en la aparición de distocias (Tabla 10) (Monina et al., 2002).

Área pélvica	Destino	Peso al nacimiento del toro
< 120 cm^2	Rechazo	----
> 120 a 140 cm^2	Lote AP chica (mayor riesgo)	< 30 Kg
> 140 cm^2	Lote AP grande (menor riesgo)	30 – 32 Kg

Tabla 9. Criterio de selección de vaquillonas por AP (adaptado de Mihura y Casaro, 1999).

Tabla de Deutscher para predecir la distocia con la relación AP/PN					
Momento de la medición	Edad de las Vq (en Meses)	Peso medio (en Kg)	Área pélvica (en cm^2)	Peso (Kg) Estimado ternero a parir sin distocia (PN)	Relación AP/PN
Preservicio	12 – 13	273	140 160 180	30,4 34,5 39,0	4,6 4,6 4,6
Examen de preñez	18 – 19	364	180 200 220	30,4 34,0 37,0	5,9 5,9 5,9

Tabla 10. Estimación del peso al nacer del ternero que puede parir sin dificultad (eutocia) una Vq a partir del AP (adaptado de Witt y Beckwith, 1991).

La tabla 10 indica que al tacto preservicio la relación AP/PN = 4,6 cm^2/Kg o mayor no tendría dificultades. Es decir, se puede estimar el peso del ternero que la Vq puede parir sin dificultad (en este caso a los 24 meses) (Witt y Beckwith, 1991).

Para mantener el tamaño del rodeo de vientres, los parámetros a utilizar serían:

- Peso de preservicio en Vq: mínimo de 60% del peso adulto de las vacas.
- Frame score: eliminar menor a 2 y superior a 5.
- Área pélvica: no menor a 120 cm^2.
- Grado de desarrollo reproductivo (GDR) al primer servicio en Vq: no menos del 60% de $GDR_{3\ y\ 4}$. La reposición debería hacerse únicamente con Vq con GDR_4 (Mihura y Casaro, 1999).

C.c.5. Grado de desarrollo reproductivo (GDR) o score genital:

La importancia de predecir el futuro reproductivo de una vaquillona previo al servicio es una herramienta que permite mejorar la fertilidad del rodeo. Se sabe que las vaquillonas que entran al servicio habiendo ciclado al menos tres veces, presentan tasas de concepción superiores a aquellas que han ciclado sólo una vez previo al servicio. Las vaquillonas que se preñan primero, paren primero, dan un ternero más pesado y tienden a ser cabeza de parición el resto de su vida productiva. Se explora por palpación transrectal y/o ultrasonografía aproximadamente unos 15 días antes del servicio (Monina et al., 2002).

Para evaluar el GDR, se utiliza la siguiente escala (Tabla 11) en vaquillonas (Vq):

- Vq con GDR_1: órganos reproductivos inmaduros. Están lejos de comenzar su ciclo estral. Se consideran con infantilismo y se eliminan.
- Vq con GDR_2: no están ciclando. Los órganos reproductivos tienen un mejor desarrollo que GDR_1. Es probable que comiencen a ciclar en unos 45 días.
- Vq con GDR_3: están cerca de la pubertad, pero no han ciclado todavía.
- Vq con GDR_4: son aquellas que han ciclado al menos una vez (comprobado por presencia de cuerpo lúteo y el desarrollo de útero y cuernos uterinos) (adaptado de Mihura y Casaro, 1999).

Escala del grado de desarrollo reproductivo (GDR)		
GDR	Cuernos uterinos	Ovarios
1	Inmaduro: menor (<) 5 mm de diámetro. Sin tono.	< 10 mm de largo y ancho. Completamente liso.
2	5 – 10 mm de diámetro. Con tono moderado.	15 mm de largo y 10 mm de ancho. Liso.
3	10 – 15 mm de diámetro. Con buen tono.	15 mm de largo y 15 mm de ancho. Con folículos preovulatorios.
4	Mayor (>) 20 mm diámetro. Muy buen tono y firme.	> 20 mm de largo y cuerpo lúteo presente. El ovario ya ha ovulado.

Tabla 11. Escala del grado de desarrollo reproductivo (adaptado de Mihura y Casaro, 1999).

La selección con GDR_4, optimiza el primer servicio. Para obtener un buen resultado de preñez habría que tener un mínimo del 60 % de Vq con GDR_3 y GDR_4 en un rodeo. La reposición debería hacerse únicamente con Vq GDR_4 (Tabla 12) (Mihura y Casaro, 1999).

Distribución de la preñez según el GDR					
GDR	Cantidad Animales	Preñez de 1er mes (%)	Preñez de 2do mes (%)	Preñez Total (%)	Total Vacías (%)
2	251	59,8	20,3	80,1	19,9
3	526	68,1	16,1	84,4	15,6
4	936	74	14,9	89	11

Tabla 12. Distribución de la preñez según el GDR (adaptado de Mihura y Casaro, 1999).

Lo ideal es guardar como vaquillonas de reposición la mayor cantidad de animales que lleguen al GDR_4 antes de comenzar el servicio. Esto permitiría incorporar una gran dosis de alta fertilidad y precocidad en el rodeo (Mihura y Casaro, 1999).

La exploración permite tomar algunas medidas correctivas de manejo si se encuentran porcentajes muy bajos de vaquillonas ciclando. Estas medidas pueden ser: mejorar la alimentación con alguna suplementación o demorar el servicio (Monina et al., 2002).

La evaluación del tracto reproductivo preservicio permite identificar las vaquillonas con infantilismo, predecir el resultado de preñez, seleccionar las vaquillonas más fértiles y tomar medidas de manejo en caso de no contar con el porcentaje de animales necesarios para comenzar el servicio (Monina et al., 2002).

A modo de resumen para realizar una correcta evaluación se debe contar con la mayor cantidad de criterios medibles, para que cada vaquillona (principal categoría) tenga el máximo de características deseables. Los criterios más importantes y de fácil evaluación para mejorar tanto la fertilidad como la producción son: 1) peso corporal, 2) frame score (tamaño corporal adulto), 3) grado de desarrollo reproductivo (GDR) y 4) área pélvica. Esta evaluación se debería realizar lo más cerca posible del servicio (Mihura y Casaro, 1999).

C.c.6. **Evaluación genotípica:**

Para mejorar la genética de un rodeo deben tenerse en cuenta siempre cuatro principios generales:

Ambiente.

Sistema de producción.

Mercado de destino.

Mejora de la rentabilidad (Ferrari, 2009).

Es imposible hablar de nutrición, reproducción, sanidad, manejo y otras cuestiones, sin hacer mención a la necesidad de lograr en el caso de la cría, la mayor cantidad posible de terneros de la mejor calidad al cabo de un periodo de tiempo normalmente de 1 año, tarea en la cual la genética es relevante (Peralta, 2014).

Cabe agregar que se está incorporando genética a los rodeos cuando se compran toros o semen y cuando se retienen hembras para la propia reposición. Por eso son las vacas las que mandan, porque ellas generarán los terneros, novillos o toros con la calidad que se necesita (Ferrari, 2009).

La forma de hacer genética involucra la selección funcional de reproductores que se adapten al ambiente, al sistema en el que se va a desarrollar el planteo de mejoramiento y a los mercados a los cuales se intenta satisfacer. Esta aplicación de la genética se puede lograr mediante selección fenotípica u observación visual y por intermedio de las mediciones cuantitativas de ciertos rasgos, cuyas diferencias esperadas de progenie (DEP´s) ayuden a moderar biotipos, con un uso equilibrado de ambos métodos y sin considerarlos excluyentes uno del otro. Otra manera es a través de marcadores moleculares (Ferrari, 2009).

Es un indicador que predice el mérito genético de un animal para un rasgo productivo determinado que ha sido medido a través de los datos del propio reproductor, de sus parientes y de sus hijos. Es decir, mide si un animal está por encima o por debajo de la base genética de la raza a la que pertenece y cómo lo transmitiría a su descendencia (Peralta, 2014).

Todo DEP está acompañado de otro indicador, el PREC (precisión), que indica el grado de confiabilidad que puede tener el DEP. Una PREC cercana a 1,0 indica alta confiabilidad, mientras que las más cercanas a 0,0 indican lo contrario. La precisión indica básicamente, la cantidad de información utilizada para estimar el mérito genético de un animal. Los DEP´s nos permiten comparar animales de una misma raza, para marcar un rumbo a la selección. Para evaluar cada parámetro de los reproductores primeramente será necesario que el criador se marque objetivos productivos para su rodeo para luego hacer una concienzuda lectura de los sumarios que acompaña a cada reproductor. Los sumarios indican los rangos de DEP mínimos y máximos de cada característica, el promedio de la raza y el porcentaje de la población de toros evaluados que se hallan por debajo del DEP en cuestión (Ferrari, 2009).

Otro tipo de selección es aquella asistida por marcadores moleculares. Permite asociar la presencia de determinados indicadores genéticos con características que permitirían predecir cómo será el desempeño futuro del animal antes de que se le puedan realizar mediciones. Entre los marcadores de mayor relevancia tenemos a la terneza, ganancia de peso, eficiencia de conversión, docilidad (el temperamento es heredable y hay diferencias entre líneas y/o familias), etc (Ferrari, 2009).

A pesar de todo no hay DEP´s para estructura y aplomos, facilidad de engorde, adaptación, dimorfismo sexual, calidad de glándulas mamarias, musculatura y biotipo, características raciales ni temperamento. Para estas características la única herramienta disponible es la observación visual. Obsérvese la tabla siguiente (Tabla 13).

Carácter	Heredabilidad	Respuesta a la selección
Reproductivos	Baja	Pobre
Performance	Moderada	Bueno
Carcasa	Moderada/alta	Muy bueno
Circunferencia escrotal (indicador de fertilidad)	Alta	Muy bueno

Tabla 13. Rangos de h^2 y potencial para algunos caracteres (Peralta, 2014).

Las características observables que se espera que exprese un reproductor dependen de 2 componentes: del patrón genético (al que se le atribuye un 33,3% de la expresión) y del patrón ambiental y su efecto sobre dicho patrón genético (restante 66,6%) (Figura 12).

Es decir que sin el ambiente adecuado, el reproductor no expresará las características que se esperan y por las cuales se lo adquirió (Ferrari, 2009).

Las fallas reproductivas en un rodeo de cría controlado sanitariamente constituyen la mayor pérdida en la actividad. Una de las principales características por evaluar en este caso es la medida de la circunferencia escrotal (CE). Los hijos/as de toros con una CE por encima de la media alcanzan la pubertad antes que los hijos/as de toros con CE por debajo de la media (Ferrari, 2009). Además, una pubertad temprana en la hembra bovina es indicativa de altos índices de celos cuando se trabaja con toros o semen de alta capacidad de servicio. Por otro lado, toros que llegan a la pubertad a pesos bajos, tendrán hijas que llegan a la pubertad también con pesos bajos (alta h^2) (Blockey, 1992).

Trabajar con semen de toros de alta capacidad de servicio, entregan a sus hijas altos índices de concepción (IC). Toros con CE < a 30 cm darán a sus hijas bajos IC por lo que habrá que refugarlos. Las hembras que permanecen en celo por menos de 7 horas tienen un IC cercano al 20%, mientras que las que permanecen en celo por 7 horas o más, superan dicho porcentaje. Esto sucede porque estas hijas tienen una alta sensibilidad en su centro sexual (centro cíclico regulado por las ondas preovulatorias). Está constituido por el núcleo supraquiasmático, el núcleo preóptico y el área hipotalámica anterior y por lo tanto tendrán un celo más largo (Blockey, 1992).

Los rasgos que se evalúan por DEP´s son caracteres de crecimiento (peso al nacer, peso al destete y peso al final), componente materno (producción de leche o aptitud materna), fertilidad y características carniceras. No siempre el valor más alto es el mejor, ni el más bajo el peor, se deben analizar valores que sean adecuados para el sistema y considerar siempre la heredabilidad de cada característica. Además, debe hacerse especial hincapié en la facilidad de parto, como una característica que siempre se debería tener en cuenta al momento de elegir un reproductor, ya que el ternero que nace muerto no genera ingresos (Peralta, 2014).

Pretender comenzar a mejorar un rodeo por calidad de carcaza o por peso al destete a partir de la genética, sin pensar en la fertilidad, llevará a errores. La fertilidad deberá ser la principal condición y el parámetro más importante. Luego se tendrán en cuenta otros

objetivos deseables como facilidad de parto, precocidad sexual y alto peso al destete (Ferrari, 2009).

Las vacas son el hilo conductor mediante el cual se obtiene el producto del sistema. Hay que analizar la disponibilidad de alimento y la posibilidad de adaptación al ambiente. Cualquier reproductor debe estar adaptado, condición sine qua non para que pueda cumplir con su función biológica, reproductiva y económica (Peralta, 2014).

Enfatizar sobre los índices de crecimiento en un rodeo de cría, provoca un aumento de peso al nacimiento. Esto provocará trastornos a la parición y disminuirá la fertilidad de las madres. Con un mayor porte, también se incrementarán los requerimientos de mantenimiento por lo que habrá de disminuirse la carga animal (Ferrari, 2009).

La producción de leche (aptitud materna) influirá en el peso del ternero al destete. En ambientes hostiles, también comprometerá la fertilidad de la Vc pues aumentarán sus requerimientos (Ferrari, 2009).

El grado de gordura de un animal determinado por el espesor de la grasa de cobertura es un factor muy importante en sistemas extensivos, porque le permite a la Vc acumular reservas para movilizarlas en épocas de escasez alimenticia y ciclar en forma temprana. También juega un rol importante en la calidad de la res. La selección para esta situación deberá ser cuidadosa y moderada pues tiene como consecuencia una disminución de la carga y puede afectar la eficiencia reproductiva (Ferrari, 2009).

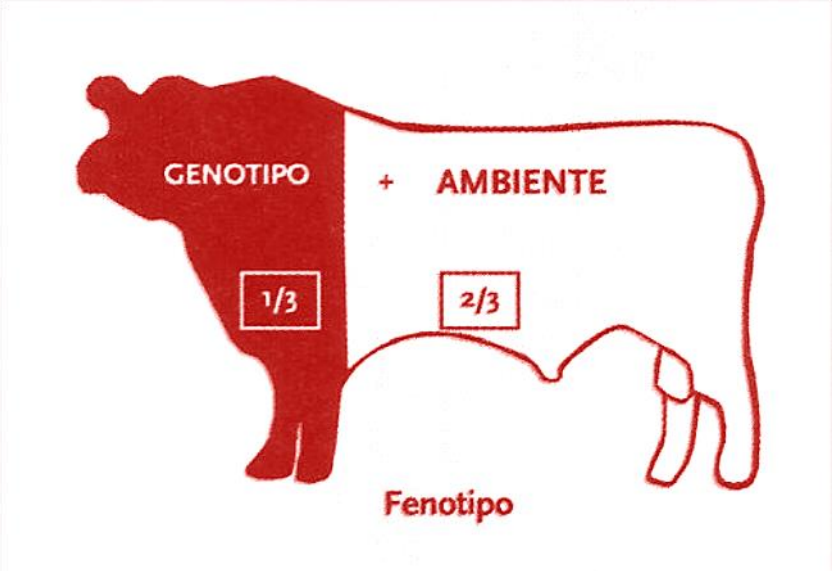


Figura 12. Fenotipo: expresión de la genética influenciada por el medio ambiente (adaptado de Ferrari, 2009).

La composición genética de un rodeo vacuno está determinada principalmente por los toros usados en las tres últimas generaciones. Cuando se incorpora un toro a un rodeo, se lo usará alrededor de 4 años y una vez desaparecido este, sus hijas permanecerán por 7 u 8 años más, con lo cual las decisiones de hoy tendrán un impacto que se prolongará por 11 a 12 años (Roberts, 1971).

A raíz de lo antedicho, cabe hacer mención de la distribución promedio de ingresos económicos que percibe un empresario dedicado a la cría (Tabla 14):

Distribución de ingresos de un empresario dedicado a la cría	
Producción	Representación del ingreso (en %)
Producción de terneros	64
Producción de excedentes de vacas	31

Tabla 14. Distribución de ingresos de un empresario dedicado a la cría (adaptado de Blockey, 1992).

Al elegir un toro o semen, se está eligiendo el 50% de la composición genética del rodeo. Y en las próximas 3 generaciones del 87,5 al 90% de la genética de aquél será consecuencia del impulso o del desinterés que se haya depositado en la genética. Es por eso que un error en la selección de un toro, genera entre 20 y 50 veces más pérdidas que la falla de una Vc. Por lo tanto la fertilidad individual de los toros tiene un impacto mayor que la de las vacas sobre la eficiencia reproductiva del rodeo (Roberts, 1971).

Para orientar la estrategia general de mejora del ganado existen dos caminos: la selección y los cruzamientos. Ambos parten del mismo principio: la definición de los objetivos de la mejora (Mezzadra, 2003).

Como forma de mejoramiento genético, los cruzamientos tienen la posibilidad de combinar o reemplazar recursos genéticos por otros más productivos. Se basan en la utilización de dos fenómenos que se producen al aparear dos individuos de diferente constitución genética: la heterosis o vigor híbrido y la complementariedad. La heterosis es la exaltación de los caracteres asociados al vigor general, la fertilidad y en cierto grado el crecimiento que se produce al cruzar razas distantes desde el punto de vista genético. La heterosis está indicada para características de baja h^2 (Mezzadra, 2003).

La productividad se halla asociada al tipo del animal y su tamaño. El tamaño del animal dependerá del sistema de producción (especialmente de biotipos relacionados a sistemas netamente pastoriles) que se use y del mercado para el cual se produzca (Mezzadra, 2003).

Un objetivo que debería incorporarse en todo programa de mejora tendría que contemplar el incremento de la eficiencia de producción. Para el caso de la actividad cría, la eficiencia biológica de producción podría definirse como la habilidad de una Vc para convertir recursos alimenticios en peso al destete. Para zonas marginales la respuesta de biotipos de diferentes pesos adultos deberá variar de acuerdo a la disponibilidad de alimento en que se hallen. Nuevamente toma real importancia el rol del ambiente pues deberá adecuarse el biotipo a ser eficiente en zonas de baja disponibilidad alimenticia e incluso a tener habilidad para acumular reservas (Mezzadra, 2003).

En definitiva no existe un reproductor ideal. Cada animal puede ser el mejor para cada objetivo. Pero no se puede avanzar si no se tiene claro el para qué y si se desconocen las herramientas necesarias para alcanzarlo. En cualquier caso, es indispensable planificar el sistema de producción teniendo en cuenta el objetivo de selección (Ferrari, 2009).

Finalizada la exploración funcional, se continúa con la historia clínica:

D. Diagnóstico presuntivo:

Es un momento conflictivo, de reflexión para el facultativo (es variable y dependerá de su experiencia como profesional) ya que puede suceder que tenga que efectuar un o varios diagnóstico/s diferencial/les por la semejanza en la signología hallada. Por ello, deberá acudir al paso siguiente.

E. Metodología complementaria:

Aquí recurrirá a un laboratorio especializado para solicitar diferentes exámenes que darán apoyo objetivo al diagnóstico presuntivo:

- Investigación analítica: en sangre, en leche, en orina, en piel; hisopados nasales, vaginales, cervicales (cultivo, aislamiento y antibiograma); colpocitología (citología para histopatología); biopsias de endometrio para histopatología; material para anatomopatología; determinación de hormonas, etc.
- Medición de área pélvica (AP).
- Tamaño o estructura corporal (FS).
- Investigación por imágenes: ultrasonografía.
  - Condición corporal (CC).
  - Grado de desarrollo reproductivo (GDR).

El examen clínico va a definir si está física o anatómicamente sano el rodeo a través de la exploración sanitaria. Únicamente si el rodeo se halla apto físicamente, corresponderá evaluar la salud funcional. Los resultados de la investigación analítica determinarán si corresponde o no explorar la parte funcional.

Todo material enviado (cuando corresponda) deberá transportarse de acuerdo a las normas de procedimiento y con el debido protocolo adjunto.

F. Diagnóstico definitivo:

Es el juicio que emite el clínico. Tiene por objeto determinar el tipo de enfermedad que padece el individuo o la población. Un sujeto está enfermo cuando una enfermedad altera el equilibrio anatomofuncional de un determinado órgano o tejido. La emisión del

diagnóstico consiste en la identificación de la/s enfermedad/es que afecta/n al paciente. Para que resulte completo, debe incluir 3 aspectos:

- La causa específica.
- La alteración morfológica o funcional provocada por el agente causal y que es nociva para los procesos vitales del organismo.
- La manifestación clínica de esa alteración provocada por el agente causal.

G. <u>Pronóstico:</u>

Es el juicio que emite el profesional sobre el futuro de la/s enfermedad/es y el/los paciente/s. El operador, en este momento de la marcha de la exploración, realmente expone su prestigio. Puede ser médico, económico, individual o grupal (poblacional y/o colectivo).

H. <u>Tratamiento:</u>

Puede ser médico (farmacológico), quirúrgico, de manejo, alternativo o una combinación con alguno de los otros.

I. <u>Evolución:</u>

Es el seguimiento del cuadro clínico respecto al tratamiento instituido. De su observación pueden surgir cambios en la terapéutica.

J. <u>Epicrisis o juicio clínico:</u>

Es el fundamento del por qué se diagnostica algo. Tiene valor legal y estadístico. Los datos obtenidos, deben ser escalonados en forma escueta y sencilla. Además le sirve al operador para hacerse una autocrítica de su accionar como una forma de autosuperación profesional (Monina et al., 2008a).

VIII. Conclusiones:

- Es sabido que todo rodeo de cría se halla influenciado por la sanidad, la alimentación, el manejo, el ambiente y la genética. Estos elementos conllevan a disminuir la eficiencia productiva del mismo si no son debidamente atendidos, disminuyendo los ingresos y ocasionando graves pérdidas que pueden llevar a la empresa a colapsar.
- En un rodeo de cría controlado sanitariamente, se necesitan en promedio casi 2 Vc por año para producir 1 ternero.
- La exploración física o anatómica se torna prioritaria toda vez que se pretenda mejorar la eficiencia de un rodeo de cría pues permite partir de un rodeo sano.
- Por ello será fundamental crear planes sanitarios preventivos adecuados debidamente a cada establecimiento.
- Desde el punto de vista funcional se tendrá en cuenta siempre la siguiente consigna: la fertilidad es 5 veces más importante que el índice de crecimiento y 10 veces más importante que la res (aumento de la musculatura).
- Se buscará eficientizar el porcentaje de reposición de Vq, en especial si provienen del propio rodeo de cría.
- El uso de la ultrasonografía y herramientas biotecnológicas como la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) será relevante ya que ellas no solo facilitarán el manejo sino que acelerarán y eficientizarán la faz reproductiva: aumentando los índices reproductivos (en particular en Vq de primer servicio y Vc con anestro post – parto nutricional), mejorando el aprovechamiento del tiempo de uso del recurso forrajero y permitiendo un avance genético más rápido al facilitar los cruzamientos para el logro de un biotipo que más se adecue a las condiciones.
- El ambiente será el principal elemento condicionante que favorecerá o no la expresividad de caracteres deseables en los reproductores.
- El ambiente, de acuerdo al biotipo logrado, deberá no sólo satisfacer los requerimientos nutricionales de la hembra bovina, sino además permitirle acumular tejido de reserva.

IX. Bibliografía consultada:

- Ball, P.; Peters, A. (2004) *Reproduction in Cattle*. <http://uc-njavan.ir/MaXUpload /88/4-5-6/Reproduction%20in%20Cattle.pdf> (12-02-15).
- Barbeito, C. (2010) *Patología placentaria: conocimientos generados por estudios experimentales. FCV–UNLP* <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/27566 /Documento_completo.pdf?sequence=1> (27-02-15).
- Bartolomé, J. (2012) *Bases fisiológicas de la reproducción en vacas y vaquillonas*. 1ra cohorte de la Especialización en gestión de la producción bovina de carne en la región semiárida central. FCV – UNLPam, General Pico, prov. de La Pampa (10-08-12).
- Bavera, G. (2000) *Factores que afectan la pubertad.* <http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria/02-factores_que_afectan_la_pubertad.pdf> (8-01-15).
- Blockey, M.A.d.B. (1992). *Características de los toros rentables*. Seminario de cría bovina. Boehringer Ingelheim, Azul, 1992. Cuadernillo: 1-14.
- Bonsma, J. (1966) *Estudio sobre selección del ganado*. Montevideo: Hemisferio Sur S.A.
- Brandan, N.; Llanos, I.; Reyes, J.; Rodríguez, A. (2011) *Hormonas hipotalámicas e hipofisarias.* <http://med.unne.edu.ar/sitio/multimedia/imagenes/ckfinder/files/files /Carrera-Medicina/BIOQUIMICA/hhh.pdf> (21-02-15).
- Campos Carlés, S.; Correa, M.; Covelli, M.; del Río, J.; Eleicegui, G.; Garré, P.; González Besteiro, V.; Linares Figueroa, M.; Mesquida, C.; Walter, M. (2010) *Provincia de La Pampa. Análisis del sector agropecuario en relación a la economía provincial. 2009–2010. I+D. Movimiento CREA. Proyecto Nodos–Diciembre 2010.* <http://www.aaglp.org.ar/novedades/analisis-sector-agropecua-rio-la-pampa-junio 2010.pdf> (07-06-14).
- Castro, M.; Lértora, F.; Pordomingo A.; Viglizzo, E. (2002) *La sustentabilidad ambiental de la agricultura pampeana (¿oportunidad o pesadilla?)*. <http://www .agroparlamento.com.ar/agroparlamento/notas.asp?n=0922> (5-11 -14).
- Caviglia, J., Lorda, H., Lemes, J. (2010) *Caracterización de las unidades de producción agropecuarias en la provincia de La Pampa.* <http://www.inta.gob.ar

/documentos/caracterizacion-de-las-unidades-de-produccion-gropecuarias-en-la-provincia -de-la-pampa/at_multi_download/file/Carac_SP_La_Pampa.pdf> (6-11-14)

- Cobos Villavicencio, O. (2011) *La leptina y su relación en los procesos neuroendocrinológicos reproductivos de la hembra bovina.* <http://dspace. ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3049/1/mv166.pdf> (20-02-15).
- Crews, D; Dikeman, M; Marston, T; Olson, L; Paschal, J; Rouse, G; Weaber, B; Williams, R; Wilson, D (2002). *Guidelines: for uniform beef improvement programs*. Eighth edition, publication of the Beef Improvement Federation, The University of Georgia, Athens. <http://www.nalf.org/pdf/2010/aug31/guidelinesforuniformbeefimprovement.pdf> (18-04-15).
- Fernández Sánchez, M. (2008) *El ciclo estral de la vaca. Diagnóstico fotográfico.* Zaragoza: Servet.
- Ferrari, M. (2009) *Criterios y tecnología disponible para selección de toros.* Revista CREA; año XXXIX; Nº 345; julio 2009.
- Gobierno de La Pampa (2010) *Caracterización general de la provincia.* <http://www.lapampa.edu.ar/recursosnaturales/pdfs/caracterizacion.pdf> (7-06-14).
- Gobierno de La Pampa, Dirección General de Estadística y Censos (2013) *Anuario Estadístico de la provincia de La Pampa 2013.* <http://www.lapampa.gov.ar/images /stories/Archivos/Varios_PDF/Anuario_2013/Anuario_Estadístico_2013_alto.pdf> (5-11-14).
- Hafez, E.; Hafez, B. (2002) *Reproducción e Inseminación Artificial en Animales.* México: 7ma Edición; McGraw-Hill Interamericana.
- López Landa, E. (2009) *La hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRH) y su papel en la reproducción bovina.* <http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/143/1 /EricLopezLanda.pdf> (21-02-15).
- Maresca, S.; Quiroz García, J.; Melani, G.; Burges, G.; Brusca, G.; Plorutti, F. (2008) *El estado corporal y su efecto en la eficiencia reproductiva en rodeos de cría en la cuenca del Salado.* <http://inta.gob.ar/documentos/el-estado-corporal-y-su-efecto-en-la-eficiencia-reproductiva-en-rodeos-de-cria-de-la-cuenca-del-salado/at_multi_download/file/INTA_%20Publicaci%C3%B3n_%20Estado_%20corporal.pdf> (3-04-15).
- Maresca, S.; López Valiente, S.; Rodríguez, A. (2014) *Programación fetal: nutrición durante la gestación y efectos a largo plazo en la descendencia.* <http://inta.gob.ar

/documentos/programacion-fetal-nutricion-durante-la-gestacion-y-efectos-a-largo-plazo-en-la-descendencia/at_multi_download/file/INTA%20% 20Jornada%20Chascom %C3%BAs%202014%20Programaci%C3%B3n%20fetal.pdf> (31-01-15).

- Martínez Espeche, M.; Tríbulo, P. (2010) *Factores que afectan la edad de llegada a la pubertad en vaquillonas.* <http://www.iracbiogen.com.ar/admin/biblioteca /documentos/Martinez%20-%20Tribulo.pdf> (3-02-15).
- Mezzadra, C. (2003) *Biotipos y sistemas de producción.* Cría vacuna; Cuadernillo de actualización técnica Nº 66, AACREA.
- Mihura, H.; Casaro, G. (1999). *Selección de vaquillonas de reposición en rodeos de cría.*<http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Obstetricia%20e%20inseminacion%20artificial/Documentos/vaquillonas.pdf> (20-03-14).
- Monina, M.; Vera, O.; Della Croce, M.; Heritier, J.; Ierace, A.; Galetti, E.; Véspoli Pucheau, V.; Río, F. (2002) Guía de Aprendizaje: *Semiología del Aparato Reproductor Hembra*. Cátedra de Semiología y Propedéutica. Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLPam (Res. Nº 148/02 – 18/11/02 CD).
- Monina, M.; Vera, O.; Della Croce, M.; Heritier, J.; Ierace, A.; Galetti, E.; Véspoli Pucheau, V.; Río, F.; González, J. (2008a) Guía de Aprendizaje: *El Examen Clínico*. *Historia Clínica*. Cátedra de Semiología y Propedéutica. Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLPam (Res. Nº 038/08 – 28/3/08 CD).
- Monina, M.; Vera, O.; Della Croce, M.; Heritier, J.; Ierace, A.; Galetti, E.; Véspoli Pucheau, V.; Río, F.; González, J. (2008b) Guía de Aprendizaje: *El Examen Clínico del Estado Actual (Signos Vitales)* (Res. Nº 039/08 – 28/3/08 CD).
- Monina, M.; Vera, O.; Della Croce, M.; Heritier, J.; Ierace, A.; Galetti, E.; Véspoli Pucheau, V.; Río, F. (2008c) Guía de Aprendizaje: *Semiología del Aparato Locomotor*. Cátedra de Semiología y Propedéutica. Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLPam (Res. Nº 040/08 – 28/3/08 CD).
- Monina, M.; Vera, O.; Della Croce, M.; Heritier, J.; Ierace, A.; Galetti, E.; Véspoli Pucheau, V.; Río, F.; González, J. (2012) Guía de Aprendizaje: *La Semiología en el Examen Grupal.* Cátedra de Semiología y Propedéutica. Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLPam (Res. Nº 243/12 – 29/6/12 CD).
- Moralejo, R. (2004) *Alimentación y condición corporal de la vaca de cría en la zona semiárida*. <http://www.infogranjas.com.ar/index.php?option=com_content&view=

article&id=2967:alimentacion-y-condicion-corporal-de-la-vaca-de-cria-en-la-zona-semiarida&catid=340:mayor-bovinos-leche&Itemid=263> (7-04-15).

- Motta Delgado, P.; Ramos Cuéllar, N.; González Sanchéz, C.; Castro Rojas, E. (2011) *Dinámica folicular en la vida reproductiva en la hembra bovina.* <http://200.21.104.25/vetzootec/downloads/MVZ5%282%29_8.pdf> (10-12-14).
- Peralta, R. (2014) *La genética, tecnología para la productividad.* Jornadas a campo IPCVA Bolívar; Foro Argentino de Genética Bovina; Ganadería y compromiso (IPCVA), Nº 69 (Junio de 2014).
- Pourrain, A. (2004) *Tamaño, estructura corporal en vacunos ("frame").* <http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2010/06/TAMA%C3%91O-Estructura-Corporal-En-Vacunos-Frame.pdf> (17-04-15).
- Pratts, P.; Gobierno de La Pampa (2010). *Caracterización biológica.* <http://www.lapampa.gov.ar/images/stories/Archivos/RecursosHidricos/CuencaDesaguaderoSalado/CARACTERIZACIONBIOLOGICA.pdf> (7-06-14).
- Radostits, O.; Mayhew, I.; Houston, D. (2002) *Examen y Diagnóstico Clínico en Veterinaria.* Madrid: Harcourt.
- Rey, R. (2001) *Diferenciación sexual embrio – fetal: de las moléculas a la anatomía.* <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-98682001000100012> (11-11-14).
- Rippe, Ch. (2009) *El ciclo estral.* <http://www.dcrcouncil.org/media/Public/Rippe%20DCRCH%202009.pdf> (31-01-15).
- Rivera, H., M. (2009) *Revisión anatómica del aparato reproductor de las vacas*. The Dairy Cattle Council Reproduction Conference. <http://www.dcrcouncil.org/media/Public/Rivera%20DCRCH%202009.pdf> (24-11-12).
- Roberts, S. (1971) *Obstetricia Veterinaria y Patología de la Reproducción*. Buenos Aires: Hemisferio Sur S.A.
- Rondán Cortes, F. (2011) *Aspectos nutricionales relacionados con el intervalo parto – celo en vaca de cría.* <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/nutricion/articulos/aspectosnutricionales-relacionados-con-t3352/141-p0.htm> (4-04-15).
- Rosenberger, G. (1981) *Exploración clínica de los bovinos.* Buenos Aires: Hemisferio Sur S.A.
- Salisbury, G.; Van Demark, N.; Lodge, J. (1978) *Fisiología de la reproducción e inseminación artificial de los bóvidos.* España: 2da Edición; Acribia.

- Shearer, J. (2003) *Reproductive Anatomy and Physiology of Dairy Cattle.* <http: //ufdcimages.uflib.ufl.edu/IR/00/00/47/52/00001/DS11500.pdf> (16-02-15).
- Sisson, S. y Grossman, J. (1974) *Anatomía de los animales domésticos*. Barcelona: Salvat.
- Stahringer, R. (2003) *Anestro posparto y pubertad en bovinos de cría.* <http://www.inta.gov.ar/benitez/info/documentos/reprod/pdf/23%20anesparto.pdf> (14-02-15).
- Witt, A.; Beckwith, B. (1991) *Manejo de la vaquillona de primer servicio: pelvimetría – parto – distocia.* Jornadas Técnicas Palermo 91, Buenos Aires: Cuadernillo Cría Eficiente, organizado por Boehringer Ingelheim (07-08-91).
- Whittier, J.; Steevens, B. (2007) *Body Condition Scoring of Beef and Dairy Animals.* < http://extension.missouri.edu/p/G2230> (04-04-15).
- Zemjanis, R. (1977) *Reproducción Animal. Diagnóstico y técnicas terapéuticas.* México: 4ta Reimpresión; Limusa S.A.