Introducción al sistema mamario

El sistema mamario de la vaca se encuentra diseñado para utilizar los nutrientes enviados a través de la sangre desde el tracto digestivo, o para movilizar las reservas corporales, y para convertir esos nutrientes en leche. La leche se produce continuamente y es almacenada en la glándula mamaria hasta que es removida por medio de la succión del ternero, a mano o por la máquina de ordeñar. El sistema mamario se encuentra preparado para entrar en acción inmediatamente al parto del primer ternero para:

- Producir suficiente leche para alimentar al ternero hasta que sea capaz de sobrevivir con alimentos sólidos.
- Detener la secreción de leche.
- Regenerar sus tejidos mientras espera el próximo parto.

ANATOMIA DE LA UBRE Y DE LOS LIGAMENTOS SUSPENSORIOS

La ubre

La vaca lechera se encuentra perfectamente adaptada para producir grandes cantidades de leche. Las estructuras mamarias que la vaca utiliza para producir leche se encuentran localizadas en la ubre, suspendidas debajo del abdomen posterior donde el ternero puede tener un acceso fácil a la leche. En la parte exterior, la ubre se encuentra cubierta de piel ligeramente pilosa.

Figura 2.1: Sistema de soporte de la ubre de la vaca. La ubre se encuentra constituída de cuatro cuartos, cada uno drena a un pezón por separado. El cuarto derecho y el izquierdo se encuentran completamente separados por el ligamento suspensorio medio.

La ubre de una vaca altamente productora de leche puede producir y almacenar más de 20 kilogramos de leche por cada ordeño. Además, el tejido de la ubre es voluminoso y abultado. En una vaca madura, puede llegar a pesar 50 kilogramos. Fuertes ligamentos suspensorios sostienen la ubre en su lugar y proveen de soporte para las glándulas mamarias (Figura 2.1). En cada lado de la ubre, el ligamento suspensorio lateral, consistente de hojas de tejido fibroso, alcanza hacia abajo los costados de la ubre desde los tendones que rodean al hueso pubis para formar un cabestrillo que sostiene a la ubre. En el centro de la ubre, a lo largo de la línea media de la vaca, una hoja elástica llamada ligamento suspensorio medio, une la ubre a la pared abdominal y se encuentra suspendido del hueso de la pelvis. Cuando la vaca se observa desde atrás, un surco medial distintivo, el surco intermamario, marca la posición del ligamento suspensorio medio. En la parte anterior de la ubre, hojas de tejido conectivo fibroso unen a la ubre con la parte anterior del abdomen. La elasticidad del ligamento medio le permite actuar como un amortiguador cuando la vaca se mueve y también adaptarse a los cambios de tamaño y peso de la ubre con la producción de leche y edad. Los daños o debilidades en el ligamento suspensorio pueden causar el descenso de la ubre. Esto hace difícil el ordeño y expone a los pezones a ser dañados o infectarse. Tal estiramiento tiende a suceder con el aumento del número de lactancias. La selección genética para un ligamento suspensorio fuerte es efectiva para minimizar estos problemas.

En la vaca madura, el tamaño de la ubre es un indicador, aunque de limitada utilidad, de la cantidad de leche que producirá. Aún así, en novillas, existe un crecimiento rápido durante la primera preñez, de manera que el tamaño de la ubre en las novillas sin servir es un pobre indicador de la capacidad de producción de leche futura.

A pesar de que la ubre de la vaca parece ser una unidad, está en realidad constituida por diferentes glándulas mamarias, o cuartos, que operan en forma independiente y cada uno drena leche a través de un pezón independientemente. Típicamente, los cuartos anteriores pesan aproximadamente dos tercios de los cuartos posteriores. Esto significa que proporcionalmente más leche es proveída por los cuartos posteriores. Las dos glándulas del mismo lado de la vaca poseen algo de interconexión en el suministro sanguíneo y se encuentran separadas solamente por un fino tejido conectivo. Aún así, las glándulas del lado izquierdo de la vaca se encuentran completamente separadas de aquellas del lado derecho por el ligamento suspensorio medio. Cada uno de los cuatro cuartos de la ubre es una glándula mamaria por separado.

La forma y posición de los pezones poseen un efecto importante en la facilidad de ordeño por medio de la máquina de ordeñar; los pezones que se encuentran muy separados o demasiado cortos o ubicados en un ángulo muy amplio hacen difícil mantener la máquina de ordeño en su lugar. La superficie del pezón posee una piel suave que cubre su pared y que posee gran cantidad de músculo liso, fibras y un sistema muy rico de irrigación sanguínea e inervación. La

punta del pezón se cierra con un anillo de tejido muscular liso o esfínter llamado canal del pezón. En su parte superior, el pezón se abre en la cisterna de ubre, que almacena la leche hasta que la misma es ordeñada o succionada. El canal del pezón es muy importante para proteger la ubre de la invasión de bacterias que pueden causar mastitis.

El pezón es muy importante para proteger la ubre de la invasión de bacterias. Hasta el 40% de las vacas poseen pezones extras, llamados pezones supernumerarios, ubicados usualmente en los cuartos traseros. Estos pezones son generalmente no-funcionales pero ocasionalmente pueden infectarse con organismos que producen mastitis. Si es posible, deben de ser removidos cuando son pequeños en las terneras por medio de cauterización. La remoción de los pezones extra de la vaca adulta requiere de cirugía que no debe de intentarse a menos que las condiciones de higiene se encuentren aseguradas.

Figura 2.2: Estructura del pezón

COMPONENTES DE LA GLANDULA MAMARIA

En cada glándula o cuarto, una cisterna central de leche almacena la misma y drena a través del pezón en el momento del ordeño (Figura 2.3). La leche fluye dentro de la cisterna de la glándula por medio de miles de conductos que se unen como los afluentes de un río. Los conductos más pequeños reciben la leche producida en los muchos alvéolos que se encuentran reunidos a su alrededor en lóbulos. Los millones de alvéolos hacen en forma colectiva la masa principal de la glándula mamaria.

Cada alvéolo posee todas las estructuras necesarias para producir leche y enviarla dentro del sistema de conductos. No se presentan modificaciones en la composición de la leche una vez que la misma ha sido enviada dentro de los conductos. La Figura 2.4 muestra la estructura en el alvéolo. Una cavidad central se encuentra rodeada de una capa de células secretoras en las que se forman los componentes de la leche. Capas de células mioepiteliales (células similares a las musculares), únicas de la glándula mamaria, rodean al alvéolo. La contracción de estas células en respuesta al estímulo de la hormona oxitocina sirve para comprimir la leche fuera del alvéolo dentro de los conductos en el momento del ordeño o amamantamiento del ternero. Envueltos alrededor de las células secretoras y musculares del alvéolo se encuentra una red muy rica de capilares sanguíneos y linfáticos que envían los nutrientes a los alvéolos como materia prima para hacer la leche.

Figura 2.3: Esquema del sistema de conductos de un cuarto

Figura 2.4: Componentes de cada alvéolo

Figura 2.5: Las células mioepiteliales alrededor del alvéolo se contraen para presionar la leche hacia los conductos.

SUMINISTRO SANGUINEO A LA GLANDULA MAMARIA

Los tejidos secretores de leche en la vaca, en el pico de la lactancia, necesitan grandes cantidades de nutrientes. Por cada litro de leche producida, aproximadamente 500 litros de sangre deben de ser bombeados a través de la ubre para enviar la materia prima. El suministro sanguíneo de la ubre se incrementa rápidamente en el comienzo de la lactancia. Las arterias y venas principales, localizadas en el tejido mamario, suministran y drenan de sangre a la ubre. Además, las grandes venas llamadas "venas de leche" pueden verse drenando la ubre debajo de la piel por delante de la ubre. El tamaño de la vena de leche no es un indicador de la capacidad de producción. Por cada litro de leche producida, aproximadamente 500 litros de sangre deben de ser bombeados a través de la ubre para enviar la materia prima.

La linfa también circula a través de la ubre, en los conductos linfáticos, en volúmenes mucho mayores que los volúmenes de leche producidos. Con todo el flujo de fluidos a través de la ubre, pequeños desbalances en lo siguiente puede causar edema o inflamación de la ubre:

- Afluencia o efluencia;
- Permeabilidad de la pared capilar;
- Remoción de los fluidos en la pared de las células secretoras de leche.

Esto sucede generalmente por un corto período en el comienzo de la lactancia. Además del envío de nutrientes a las células secretorias, el flujo sanguíneo es importante para llevar las hormonas o mensajeros químicos, que controlan el comienzo y final de la lactancia, y que estimulan la contracción de las células mioepiteliales que causan la bajada de la leche a los pezones.

DESARROLLO DE LA GLANDULA MAMARIA

Las células que un día formarán la glándula mamaria en la novilla se desarrollan en el feto de la misma forma que las glándulas que se desarrollan en la piel (como las glándulas sudorípadas). El conducto de la glándula y la estructura alveolar se desarrollan como una compleja y muy especializada invaginación de la piel embrionaria. Como tal, el tejido mamario secretor puede considerarse que se encuentra "fuera de la vaca", en lugar de ser uno de sus órganos internos.

Las estructuras fundamentales que secretarán leche se forman antes de que el ternero nazca; todos los componentes básicos del suministro sanguíneo y sistema de conductos se encuentran presentes, pero las células secretoras rudimentarias no han formado aún el alvéolo, que constituye el componente principal del tejido de la ubre. Poco crecimiento del tejido mamario se presenta hasta que el ternero alcanza la pubertad. Las estructuras que van a secretar la leche se encuentran formadas antes de que el ternero nazca y comienzan a crecer rápidamente bajo la influencia de las hormonas en la pubertad.

En la novilla virgen, las hormonas estrógeno y progesterona, que circulan durante los ciclos estrales tempranos, estimulan el crecimiento rápido del tejido mamario. Un aumento rápido del crecimiento se presenta durante la primera preñez en respuesta a las propias hormonas de la vaca, como también al lactógeno placentario, una hormona producida en la placenta (Tabla 2.1). Como la placenta es un producto del feto, (óvulo fertilizado por el espermatozoide), posee ambos materiales genéticos derivados de la vaca y del toro. Por lo tanto, el padre del ternero puede llegar a tener algún efecto en el desarrollo mamario de la vaca. Las novillas que son sobrealimentadas y son obesas tienden a acumular tejido graso lo que limita el desarrollo del tejido secretor. La glándula mamaria continúa desarrollándose durante la lactancia en respuesta a las demandas nutricionales del ternero.

CELULAS SECRETORAS DE LECHE

Cada alvéolo se encuentra revestido por una capa de células secretoras que producen los componentes de la leche y los liberan dentro del lumen de los alvéolos (ver Capítulo 4: Secreción de leche). La cantidad de leche producida es proporcional al número de células secretoras presentes en la glándula y, por lo tanto, al área desde la cual la leche puede ser liberada dentro del sistema de conductos. Estas células se encuentran altamente especializadas para la producción de los componentes de la leche. Ciertos genes, que son específicos para las características de producción de leche, se expresan solamente (son funcionales) en estas células. A medida que las células secretoras liberan sólidos adicionales dentro del lumen alveolar, el agua pasa dentro de los alvéolos para mantener la correcta concentración o presión osmótica. Luego del secado, las células secretoras sufren un proceso llamado "involución" en el que disminuyen de tamaño y retornan al estado de descanso esperando el estímulo del próximo parto.

Tabla 2.1: Hormonas que influencian los diferentes estadíos del desarrollo mamario

Etapa de vidaHormona FuenteDesarrollo de . . .Prepubertad Hormona de crecimiento Pituitaria anterior Incremento de grasa y tejido conectivo Hormona tiroidea Tiroides Expansión de el sistema de conductos Pubertad a concepción Estrógeno Ovario (folículo) Desarrollo de los ductos Progesterona Ovario (cuerpo lúteo) Diferenciación del tejido secretorio para formar el alvéolo Cortico-esteroides Glándula adrenal Primera preñez Prolactina Pituitaria anterior Desarrollo del epitelio secretor en el alvéolo Lactógeno placentario Placenta Estrógeno Placenta Primera lactancia Oxitocina Pituitaria posterior Incremento en el número de células epiteliales secretoras

Figura 2.6: Desarrollo mamario en la novilla

RESUMEN

La ubre se encuentra suspendida fuera de la cavidad corporal de la vaca. El sistema de alvéolos, lóbulos y conductos que drenan dentro de la glándula cisterna, se desarrolla en el feto como invaginaciones de la piel. Todos los componentes de la ubre se encuentran presentes al nacimiento, pero el crecimiento ocurre solamente luego de la pubertad y más rápidamente durante el último trimestre de la preñez.

Cada ubre se encuentra formada de cuatro glándulas separadas o cuartos, cada uno con su propio pezón. La leche de cada glándula es liberada a través de su propio pezón. La ubre posee un suministro de sangre bien desarrollado capaz de pasar 500 litros de sangre por cada litro de leche producido.

Esta publicación está autorizada por el Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera de la Universidad de Wisconsin Madison.

Estas tecnologías son responsabilidad de quien las aplique.