

20) SECRECION DE LECHE POR LA UBRE DE UNA VACA LECHERA

Michel A. Wattiaux
Instituto Babcock

ESTRUCTURA DE LA GLANDULA MAMARIA

La ubre de la vaca es diseñado para producir y ofrecer al ternero recién nacido un fácil acceso a la leche. Se encuentra suspendida por fuera de la pared del abdomen posterior y no se encuentra fijada, soportada o protegida por ninguna estructura ósea.

La ubre de la vaca está constituida por cuatro glándulas mamarias o "cuartos". Cada cuarto es una unidad funcional en sí misma que opera independientemente y drena la leche por medio de su propio canal. Generalmente, los cuartos posteriores son ligeramente más desarrollados y producen más leche (60%) que los cuartos anteriores (40%). Los principales componentes de la ubre se listan aquí con una corta explicación de su importancia y función.

Sistema de soporte

Un grupo de ligamentos y tejido conectivo mantienen a la ubre cerca de la

pared corporal. Fuertes ligamentos son deseados debido a que ayudan a prevenir la ocurrencia de una ubre pendiente, minimizar el riesgo de lesiones, y evitan dificultades cuando se utiliza el equipo de ordeño.

En las vacas lecheras actuales, la ubre puede llegar a pesar más de 50 kg debido a la gran cantidad de tejido secretor y de leche que se acumula entre los ordeños. Las principales estructuras que soportan a la ubre son el ligamento suspensorio medio y el ligamento suspensorio lateral (Figura 1).

El ligamento suspensorio medio es un tejido elástico que fija la ubre a la pared abdominal. Cuando la vaca se observa desde atrás, un surco medial distintivo, marca la posición del ligamento suspensorio medio. 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 la edad. Los daños o debilidades en el ligamento suspensorio pueden causar el descenso de la ubre, esto hace difícil el ordeño

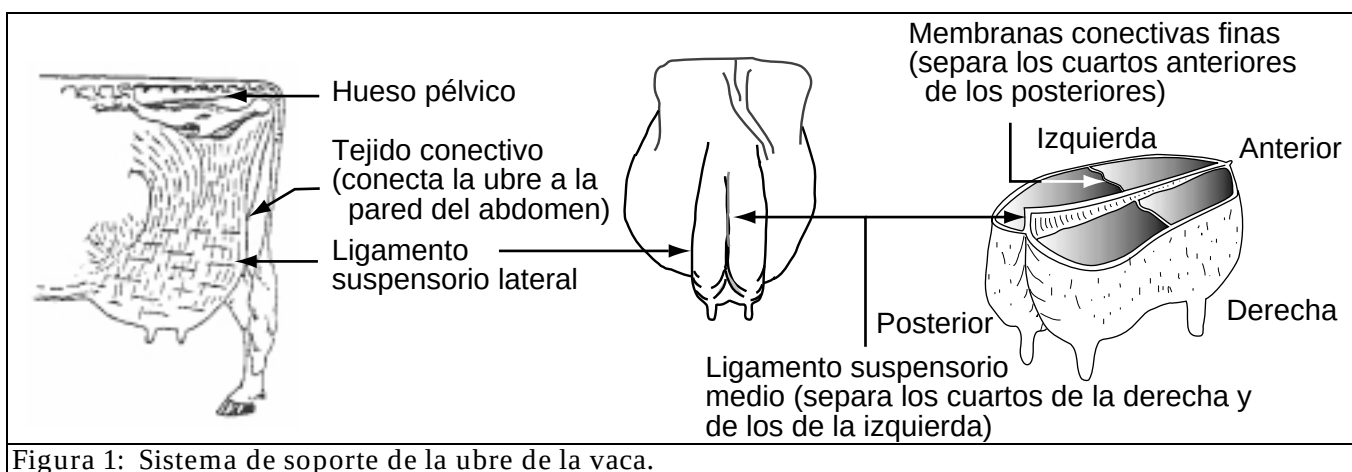


Figura 1: Sistema de soporte de la ubre de la vaca.

y expone a los pezones a ser dañados. La selección genética para un ligamento suspensorio fuerte es efectiva para minimizar estos problemas.

En contraste con el ligamento suspensorio medio, el ligamento suspensorio lateral es un tejido fibroso poco flexible. Alcanza los lados de la ubre desde los tendones alrededor de los huesos púbicos para formar una estructura de soporte.

Conductos y sistema secretor de leche

La ubre es conocida como una glándula exócrina, debido a que la leche es sintetizada en células especializadas agrupadas en alvéolos, y luego excretada fuera del cuerpo por medio de un sistema de conductos que funciona de la misma forma que los afluentes de un río.

El alvéolo es la unidad funcional de producción en la que una sola capa de células secretoras de leche se encuentran agrupadas en una esfera con una depresión en el centro (Figura 2). Los capilares sanguíneos y células mioepiteliales (células similares a las musculares) rodean el alvéolo, y la leche secretada se encuentra en la cavidad interna (lumen). Las funciones del alvéolo son:

- Remover los nutrientes de la sangre;
- Transformar estos nutrientes en leche;
- Descargar la leche dentro del lumen.

La leche deja el lumen por medio de un tubo colector. Un lóbulo es un grupo de 10 a 100 alvéolos que drenan por medio de un conducto en común. Los lóbulos en sí se encuentran organizados en unidades de mayor tamaño, que des-

cargan la leche dentro de un conducto colector de mayor tamaño que conduce a la cisterna de la glándula, que descansa directamente encima del pezón de la glándula (Figura 2).

Entonces la ubre se encuentra compuesta de millones de alvéolos donde se secreta la leche. Los conductos forman canales de drenaje en los que la leche se acumula entre los ordeños. Aún así, es solamente cuando las células mioepiteliales que recubren el alvéolo y que los pequeños conductos se contraen en respuesta a la hormona oxitocina (reflejo de bajada de leche) que la leche fluye dentro de los tubos galactóforos y hacia la cisterna de la glándula.

El pezón forma un pasadizo por medio del cual la leche puede ser extraída de la glándula. Posee una piel suave que lo recubre y un sistema muy rico de inervación e irrigación sanguínea. La punta de la teta se cierra con un anillo de músculo liso o esfínter llamado canal del pezón. En su extremo superior, el pezón se encuentra separado de la cisterna de la glándula por solamente una serie de delicados pliegues de células sensitivas particularmente sensibles al daño. Estos pliegues de tejido se encuentran también en el otro extremo del pezón directamente por encima del

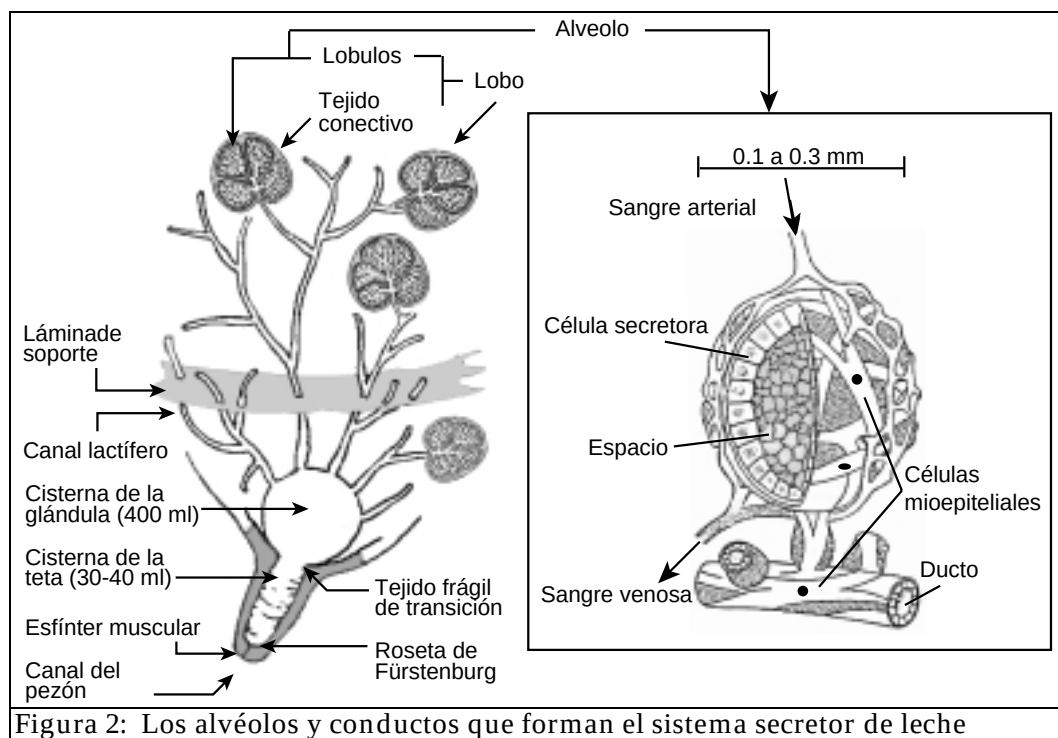


Figura 2: Los alvéolos y conductos que forman el sistema secretor de leche

canal del pezón (Roseta de Fürstenburg). El pezón está entonces diseñado como una barrera para las células invasoras. La preservación de las estructuras normales del pezón es esencial para mantener los mecanismos de defensa normales contra las bacterias productoras de mastitis. Las diferencias en la estructura del pezón, particularmente el diámetro y el largo, se encuentran relacionados con la susceptibilidad de la infección.

Irrigación sanguínea y estructuras capilares. La producción de leche demanda de gran cantidad de nutrientes, traídos a la ubre por la sangre. Para producir 1 kg de leche, 400 a 500 kg de sangre deben pasar por la ubre. Además, la sangre lleva hormonas que controlan el desarrollo de la ubre, la síntesis de leche, y la regeneración de células secretoras entre lactancias (durante el período de seca).

Sistema linfático. La linfa es un fluido claro que proviene de tejidos altamente irrigados por la sangre. La linfa ayuda a balancear el fluido circulando hacia y adentro hacia afuera de la ubre y ayuda prevenir infecciones. Algunas veces, el incremento de flujo sanguíneo en el comienzo de la lactancia conduce a una acumulación de fluidos en la ubre hasta que el sistema linfático es capaz de remover este fluido adicional. Esta condición, llamada edema de ubre, es más prevalente en novillas de primera parición y vacas más viejas con ubres pendientes.

Inervación de la ubre. Los receptores nerviosos en la superficie de la ubre son sensibles al contacto y a la temperatura. Durante la preparación de la ubre para el ordeño, estos receptores son estimulados y se inicia la "bajada de la leche", reflejo que permite la liberación de leche. Las hormonas y el sistema nervioso se encuentran también involucrados en la regulación del flujo sanguíneo a la ubre. Por ejemplo, cuando una vaca se encuentra asustada o siente dolor físico, la acción de la adrenalina y del sistema nervioso reducen el flujo de sangre a la ubre, inhiben el reflejo de "bajada de la leche" y disminuyen la producción de leche.

SECRECIÓN DE LECHE EN LAS CELULAS SECRETORAS

La secreción de leche por medio de las células secretoras es un proceso continuo que involucra muchas reacciones bioquímicas. Entre ordeños, la acumulación de leche incrementa la presión en el alvéolo y disminuye el grado de síntesis de leche. Como resultado, se recomienda que las vacas de alta producción sean ordeñadas lo mas cerca posible a un intervalo de 12 horas (las mejores deben ordeñarse a primera hora en la mañana y a última hora de la tarde). Una expulsión frecuente de leche reduce la presión que se acumula en la ubre, y así el ordeñar tres veces por día puede incrementar la producción de leche en un 10 a 15%.

La célula secretora es una fábrica compleja. La Figura 3 presenta un resumen de los mecanismos y del origen de los nutrientes necesarios para la síntesis de leche.

El uso de glucosa por medio de la célula secretora. A pesar de que la glucosa en la dieta se fermenta totalmente en el rumen a ácido graso volátil (acético, propiónico y butírico), es necesaria en grandes cantidades por la ubre lactante. El hígado transforma el ácido propiónico nuevamente en glucosa que es transportada por la sangre a la ubre donde es asimilada por las células secretoras. La glucosa puede ser utilizada como una fuente de energía para las células, como unidades de edificación de la galactosa, y subsecuentemente lactosa, o como fuente de glicerol necesario para la síntesis de grasa.

Síntesis de lactosa. La síntesis de lactosa es controlada por una enzima de dos unidades llamada sintetasa de lactosa. La subunidad α -lactoalbúmina se encuentra en la leche como proteína sérica.

Regulación del volumen de leche. La cantidad de leche que se produce es controlada primariamente por la cantidad de lactosa sintetizada por la ubre. La secreción de lactosa dentro de la cavidad del alvéolo incrementa la concentración de sustancias disueltas (presión osmótica) en relación al otro lado de las células secretoras, donde circula la sangre. Como resultado, la concentración de sustancias

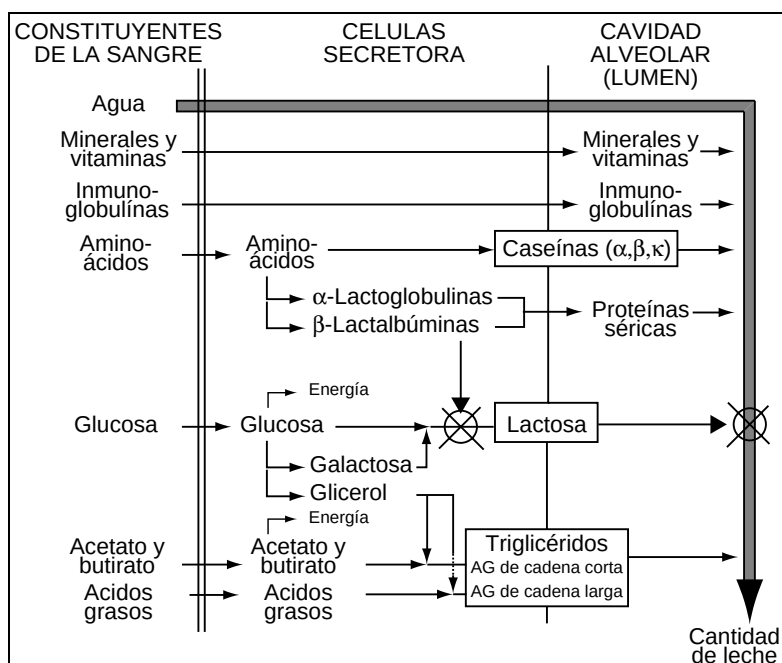


Figura 3: Resumen general de la secreción de leche en las células secretoras (los círculos cruzados son pasos regulatorios clave).

disueltas en cada lado de las células secretoras se balancea atrayendo agua desde la sangre y mezclándola con otros componentes que se encuentran en la cavidad de los alvéolos. Para la leche normal, se alcanza el balance cuando existe 4,5 a 5% de lactosa en la leche. Por lo tanto, la lactosa es “la válvula” que regula la cantidad de agua que se arrastra dentro del alvéolo y por lo tanto el volumen de leche producido (círculos cruzados en la Figura 3).

La dieta tiene un efecto importante en la producción de leche:

- 1) La cantidad de energía (por ejm. concentrados) en la dieta influencia la producción de propionato en el rumen;
- 2) El propionato disponible influencia la cantidad de glucosa que se sintetiza en el hígado;
- 3) La glucosa disponible influencia la cantidad de lactosa que se sintetiza en la glándula mamaria;
- 4) La lactosa disponible influencia la cantidad de leche producida por día.

Síntesis de proteína. Las caseínas que se encuentran en la leche son sintetizadas a partir de aminoácidos que son asimilados

de la sangre bajo el control del material genético (DNA). Estas proteínas son envasadas en micelas antes de ser liberadas en el lumen de los alvéolos. El control genético de la leche sintetizada en el alvéolo proviene de la cantidad de la α -lactoalbúmina sintetizada por las células secretoras. Como se describió anteriormente, esta enzima es un regulador importante de la cantidad de lactosa y leche que se produce por día.

Las inmunoglobulinas son sintetizadas por el sistema inmune, y estas grandes proteínas generalmente son extraídas desde la sangre dentro de la leche. La permeabilidad de las células secretoras para las inmunoglobulinas es alta durante la síntesis de calostro, pero decrece rápidamente con el comienzo de la lactancia.

Síntesis de grasa. El acetato y el butirato producido en el rumen son utilizados, en parte, como los unidades de construcción de los ácidos grasos de cadena corta que se encuentran en la leche. El glicerol necesario para unir tres ácidos grasos en un triglicérido proviene de la glucosa. Cerca del 17-45% de la grasa en la leche se forma del acetato y 8-25% del butirato. La composición de la dieta posee una influencia muy importante en la concentración de grasa. La falta de fibra deprime la formación de acetato en el rumen, lo que a su vez resulta en una reducción de la proporción de grasa en la leche (2-2,5%).

Los lípidos movilizados de las reservas corporales en el comienzo de la lactancia son unidades de construcción para la síntesis de grasa. Sin embargo, en general, solamente la mitad de la cantidad de ácidos grasos en la grasa de la leche son sintetizados en la ubre, la otra mitad proviene de los ácidos grasos de cadena larga que se encuentran en la dieta. Por lo tanto, la composición de la grasa de la leche puede encontrarse alterada por la manipulación del tipo de grasa en la dieta de la vaca.