

FISIOLOGIA DE LA LACTANCIA

Nelson R. Rueda Alejo, M.V.Z.*

INTRODUCCION

La glándula mamaria es esencialmente una glándula sudorípara modificada, que contiene pezones y está interpuesta entre la piel, la pared abdominal y el pubis. Algunos autores se refieren a la ubre, simplemente como una glándula epitelial, cubierta de pelo a excepción de los pezones y con un aspecto sacular redondeado.

Embriológicamente la glándula mamaria en los primeros estadios de su desarrollo se identifica en forma de agrupamientos celulares subepidérmicos conocidos como crestas, bandas o yemas mamarías, que posteriormente, por acción de las hormonas sexuales femeninas, seguirán su desarrollo conduciendo a la formación de un sistema canicular poco ramificado. Luego del nacimiento, el tejido mamario experimenta poco desarrollo, pero al llegar a la pubertad, o despertar hormonal sufre un crecimiento considerable en su volumen debido a la hiperplasia del tejido conjuntivo adiposo.

El desarrollo completo de la ubre, se alcanza en la primera gestación. Este crecimiento se debe primordialmente a la

acción de estrógenos y progestágenos elaborados cada vez en forma más creciente por la placenta. Generalmente se acepta que el desarrollo canicular es promovido por los estrógenos, en tanto que el alveolar, es debido a la progesterona. La acción sinérgica y masiva de los esteroides provocan el crecimiento armónico de estos canalículos y alvéolos. Sin embargo otros esteroides de tipo androgénico y esteroides de origen adrenal también favorecen el crecimiento de canales y alvéolos, así como también, hormonas proteicas como la insulina y hormona del crecimiento (HCG).

CONFORMACION DE LA GLANDULA MAMARIA

En la vaca, la glándula mamaria está formada por cuatro glándulas independientes, conocidas como cuartos y provistas cada una de su correspondiente pezón por donde se expulsa la leche. Los cuartos posteriores en conjunto constituyen la parte más voluminosa de la ubre, estimándose que elaboran alrededor del 60% de la leche producida.

Aunque el peso de la ubre varía de acuerdo a factores como la edad de la vaca, la línea genética, la cantidad de leche, etc., se ha establecido un promedio de 23 kg. con valores extremos entre 7

* Profesor Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia.

kg. y 75kg. con un promedio de capacidad cercano a los 31kg. El peso y la capacidad aumentan con la edad de la vaca, para ser mayores sus valores a los 6 años de edad con un incremento más manifiesto entre la primera y segunda lactancia.

En la glándula mamaria de la vaca, ocurre que los pezones anteriores son más largos que los posteriores y su forma es generalmente cilíndrica o cónica. En su extremo inferior el pezón, gracias a su único esfínter, impide la salida de leche por goteo, así como también evita la penetración de agentes patógenos al interior de la ubre. Este esfínter o meato se comunica con el interior de la ubre por un canal de diámetro variable constituyendo el llamado ducto o canal del pezón, con una longitud que varía entre 6 y 12 mm. La glándula en su interior, se va agrandando por encima de este ducto para conformar la cisterna menor o cisterna del pezón con una capacidad cercana a los 20 cc. Esta cisterna menor se comunica a continuación con la ubre y se conforma la llamada cisterna de la ubre que es ya una verdadera cavidad, donde desembocan miles de ductos provenientes de los lóbulos.

El delgado revestimiento de estas cisternas facilita su lesión cuando se efectúan ordeños bruscos, bien sea manuales o mecánicos. Se ha estimado la capacidad de las cisternas entre 100 y 400 cc. de leche que provienen del verdadero aparato secretorio, el conocido alvéolo lácteo y que desembocan en las cisternas, gracias a un delicado sistema de ductos. Este sistema de ductos se conoce también como el de ductos galactóforos que semejan la estructura de un árbol, con un tronco provisto de grandes ramas que se van dividiendo hacia arriba y hacia los lados en ramas cada vez más pequeñas para finalmente concluir en la unidad funcional de la glándula: el alvéolo lácteo.

El alvéolo, es sin lugar a dudas el elemento anatómico, básico y funcional del tejido secretor. Estos alvéolos son tan diminutos que se pueden encontrar hasta 75 mil de ellos en un cm^3 , siendo mayor su número en vacas de alta producción y en las recién paridas. Estos alvéolos semejan la estructura de una uva.

Los alvéolos son drenados mediante un ducto intraalveolar. Cerca de 200 alvéolos se agrupan constituyendo los lobulillos que a su vez son drenados por un ducto, el intralobulillar. Numerosos lobulillos conforman los lóbulos que conjuntamente son drenados por el ducto intralobular el cual ya es de mayor diámetro. Se ha determinado que un lóbulo tiene cerca de un milímetro de diámetro. La unión de los distintos ductos intralobulares conforma un ducto de mayor diámetro, el Interlobular, que finalmente desembocará en la cisterna de la ubre o cisterna mayor.

• Ahora bien, los alvéolos interiormente están constituidos por una sola capa de células epiteliales, dispuestas en torno a una cavidad conocida como el Lumen Alveolar. Externamente están rodeados por una poblada red arterial, para facilitar la permanente irrigación con todas las células epiteliales secretoras, lo cual garantiza además el transporte de los precursores necesarios para la síntesis de la leche. El exceso de sangre que en un momento dado llega a un alvéolo, retornará a la circulación venosa en general a través de vénulas.

Las células epiteliales del interior de los alvéolos son semejantes a las distintas células que conforman el organismo ya que contienen las mismas organelas y componentes estructurales. La membrana plasmática tiene un diámetro de 75 a 100

A⁰; la cual presenta numerosos poros transportadores y bombas que se mueven consumiendo energía a través de los cuales el citoplasma interior de la célula se comunica con el medio ambiente que la rodea.

En cuanto se refiere al sistema linfático, la ubre suele formar un ganglio linfático grande en cada una de sus dos mitades; el ganglio supramamario, que puede estar constituido hasta por siete ganglios.

En su organización nerviosa no se han demostrado fibras parasimpáticas pero sí fibras aferentes o sensoriales y eferentes o simpáticas. Los nervios somáticos perciben estímulos de presión, dolor, calor y frío pero nada tienen que ver en la síntesis láctea.

CONTROL HORMONAL DE LA LACTANCIA

El crecimiento de la glándula mamaria hasta el período inmediatamente anterior a la pubertad provoca en ella un crecimiento, fundamentalmente del tejido conectivo, pero al momento de la iniciación de la cinética folicular comandada desde el hipotálamo por la producción de Gn RH que estimula a la adenohipófisis para que secrete y deje en la circulación sanguínea FSH y LH, las que a su vez, en el ovario van a desencadenar la producción de hormonas de tipo esteroidal, que transportadas a la glándula mamaria la vuelven apta para la iniciación de la lactancia. Para que esto ocurra, se requiere, sin lugar a dudas el período de la preñez donde nuevas hormonas también elaboradas y/o reguladas por el hipotálamo desencadenan la producción de leche al momento del parto.

Para el proceso de la lactancia se requiere la acción conjunta de varias hormonas que funcionalmente se resumen así:

- En el último trimestre de la preñez, la placenta contribuye significativamente a la elevación del nivel de estrógenos.
- La síntesis de leche calostrual, es iniciada por el descenso de la progesterona y la elevación de estrógenos, así como también la interacción de hormonas maternas incluyendo la insulina, ACTH, prolactina, las hormonas ováricas y las de la placenta fetal con sinergismo en el proceso de la lactancia.
- La prolactina PRL, elaborada en la adenohipófisis, es necesaria para todos los procesos de la lactancia. La PRL, es regulada por un grupo de neurotransmisores inhibidores del hipotálamo conformando el factor inhibitorio de la Prolactina o PIF. La dopamina es el factor más dominante de estos neurotransmisores. La Norepinefrina y la gama aminobutírico GABA, también inhiben la Prolactina, las cuales se imponen sobre los factores liberadores RF de la prolactina. La serotonina parece ser la sustancia más potente para estimular al RF de la prolactina.
- La hormona TRF o sea la liberadora de tirotropina estimula potentemente la liberación de la prolactina y de la GH.
- Hacia el final de la preñez, los estrógenos están sometidos por la proges-

- terona, sin embargo en ocasiones un incremento en el nivel de estrógenos desencadenarán incrementos en el nivel de la prolactina, pero el alto nivel de progesterona inhibirá la estimulación de estrógenos. La estimulación de los pezones y la acción mamatoria del recién nacido, provocarán elevación en el nivel de prolactina PRL, por inhibición del PIF y asociado con la liberación de oxitocina y el consecuente crecimiento en el nivel de prolactina.
- Los neurotransmisores cerebrales encefalinas y endorfinas hacen liberar PRL.
 - Los niveles basales de PRL, son necesarios en todas las fases de la lactancia y aun fuera de ella. No obstante su incremento no se relaciona con el aumento en la producción de leche.
 - La hormona del crecimiento STH o GH, es necesaria para la iniciación de la lactancia. Durante la gestación, sus niveles están bajos, pero se elevarán uno a diez días antes del parto. Se sabe que los niveles de GH declinan durante el proceso de la lactación.
 - Los corticosteroides controlados por el eje hipotálamo, hipófisis adrenal, son necesarios para el desarrollo glandular mamario. La elevación del cortisol en el animal preparturiente se requiere para incrementar la acción de la prolactina.
 - Bien sabido es el hecho de que el 17 Beta estradiol aumenta antes del parto, con lo cual se estimula la liberación de PRL, se estimula el crecimiento de los ductos y muy sutilmente estimula los alvéolos. El 17 Beta comienza a elevarse unas dos semanas antes del parto, jugando papel importante en la estimulación del crecimiento de los ductos.
 - La insulina es esencial para el mantenimiento diferencial alvéolo-lobular.
 - La oxitocina es probablemente galactopeyética. La liberación de oxitocina, en respuesta a la mamada y la estimulación audiovisual del recién nacido, provoca en la adenohipófisis liberación del PRL.
 - La función más importante de la oxitocina, es sin lugar a dudas sobre las células mioepiteliales para provocar la eyección de leche en el alvéolo y desocupar la glándula mamaria, ya que si no se produce esta evacuación, no continuará la producción de leche. La distensión uterina durante la preñez favorecida por la oxitocina es un factor inhibitorio de la lactancia.
 - Los elevados niveles de progesterona durante la preñez son antilactógenos y evitan la formación de leche calostrál.
 - La T3 y T4 no son tan esenciales para la iniciación de la lactancia, sin embargo, su ausencia, provocará bajas en la producción de leche y se acortará el período de lactación. Extractos de tiroides incrementan la producción de leche, pero de todas maneras se observa una corta lactan-

cia. La acción de T3 y T4 están asociadas con la estabilidad del tejido mamario.

- El lactógeno BPL placentario ocupa los mismos receptores de la GH, o sea que el crecimiento fetal no depende exclusivamente de 1- GH, T3, T4 sino también del bPL. La bPL provoca crecimiento del cartílago con acción sobre la somatomedina.
- La bPL es considerada como hormona metabólica por desencadenar hiperinsulinemia, seguida de hipoglucemia con liberación de insulina.

El hombre conociendo estos fenómenos desencadenados por las hormonas ha logrado mediante hormonoterapia y compuestos farmacológicos, controlar la lactancia, o aun inducirla sin necesidad de que la vaca experimente preñez.

- Es así como la administración de reserpina causa un aumento en el nivel de la prolactina, por lo que es empleada clínicamente para inducir la lactación en ausencia de preñez en la vaca seca y en la novilla. La reserpina provoca una rápida y prolongada elevación de prolactina por 36 horas.
- El mecanismo de acción de la reserpina es por el agotamiento del PIF (dopamina) y por la ocupación de sus receptores.

El empleo de tranquilizantes fenotiazínicos y butirofenonas, también bloquea la dopamina y norepinefrina, disminuyendo el complejo inhibitorio de la prolactina.

La administración de TRH, factor liberador de la tirotropina, resultará en una elevación de la PRL, así como también la administración de estrógenos a bajas dosis, aumenta la liberación de la prolactina. También se ha comprobado experimentalmente que la PGF2 alfa induce a una liberación de prolactina.

Contrariamente a los anteriores efectos, ciertos alcaloides semisintéticos son capaces de bloquear la liberación de prolactina, tal como la bromocriptina y la ergocriptina. La ergocriptina también inhibe la prolactina y la serotonina que es un potente estimulador de la prolactina.

EYECCION DE LA LECHE

La oxitocina, hormona polipeptídica hipotalámica, está relacionada con el fenómeno de la eyección de la leche, por lo que se le considera como es bien sabido, la hormona de la "bajada" de la leche, la cual provoca que la glándula mamaria en el lapso de un minuto post-estímulo del pezón o la glándula, incremente su presión intramamaria de preordeño o de 30 mm. Hg. a 60 mm. Hg. ésta se mantenga por espacio de cinco minutos, durante los cuales la vaca facilita el proceso de evacuación de la glándula. La adrenalina inhibe la acción de la oxitocina por lo cual se le conoce como la hormona de la "retención" láctea. esta adrenalina se libera fundamentalmente en los casos de miedo, susto, dolor, angustia, por lo que la presión cae de los 60 mm. que se requieren para facilitar la expulsión de la leche.

- Cuando se ordeña con máquina se debe esperar más de un minuto para evidenciar el efecto expulsivo de la oxitocina.

La hormona oxitocina elaborada en el hipotálamo y almacenada en la neurohipófisis es liberada al torrente sanguíneo, gracias a estímulos neurosecretorios desencadenados en la glándula mamaria, o bien por un reflejo condicionado en la vaca al momento del inicio de la faena del ordeño, como ocurre con la palabra "puesto, puesto", el tintineo de los baldes, el reconocimiento del ordeñador y aún la recompensa de comida en este momento.

La presión intermamaria antes de iniciado el ordeño es del orden de 30 mm. Hg, lo que concuerda con el hecho de que por el peso de la leche los alvéolos caen y obliteran los canalículos, incrementando la presión intralobular, lo cual impide que la presión sanguínea sea capaz de vencer la membrana del alvéolo y cese el fenómeno de producción láctea. La oxitocina al provocar las concentraciones mioepiteliales vence la obliteración canalicular y la leche fácilmente será transportada hasta las cisternas. La oxitocina provoca cambios en el potencial de membrana de las células mioepiteliales, alveolares o sea que la despolarización facilita el acortamiento de las miofibrillas. Una vez realizado el ordeño, dentro del alvéolo quedará siempre algo de leche que se conoce con el nombre de **residual**, por lo cual la presión intramamaria post-ordeño no bajará a cero, sin embargo este descenso facilitará que la presión de la sangre arterial transportada al alvéolo fácilmente atraviese el epitelio secretor, y comience la nueva formación de leche, gracias a la PRL. Una administración exógena de oxitocina, luego del ordeño, facilitará la expulsión de leche residual, la cual no va más allá de los 60 cc.

FORMACION DE LA LECHE

La vaca lechera moderna, es capaz de producir varias toneladas de leche en cada lactancia. La producción de leche en la ubre es un proceso continuo durante el día y la noche, que sólo se detiene, cuando se limita mediante una alta presión en la ubre o al final del período de lactancia. La leche se forma a expensas de la sangre, que suministra las materias primas a millones de células localizadas en los alvéolos que tienen por función convertir las sustancias químicas de la sangre, en leche.

La secreción de leche se efectúa en dos fases: primero la leche se forma dentro de las células especiales y luego se descarga en la cavidad del alvéolo. Entre uno y otro ordeño la leche se va acumulando en el alvéolo y cuando éste se llena alguna porción puede llegar también a los ductos alveolares, pudiéndose decir que realmente un 70o/o de la leche formada se encuentra en la parte superior de la ubre. La acumulación de la leche en los alvéolos va dilatando sus paredes debido al aumento de presión intra-alveolar. Una elevación de la presión hace que se forme la leche de manera más lenta y finalmente, cuando la presión llega a ser suficientemente alta (30 mm. Hg), la secreción cesa por completo. Este fenómeno explica el por qué se obtiene del 15 al 30o/o más de leche cuando se ordeñan las vacas de alta producción de tres a cuatro veces al día, en vez de dos, pues el ordeñar más frecuentemente disminuye la presión intraalveolar y permite la formación de leche en mayor proporción.

Es bien sabido que si un ingrediente necesario para la producción de leche es escaso en la ración o en la cantidad total del alimento ingerido, la cantidad de leche producida se reducirá hasta el nivel del factor deficitario. Igualmente si una

vaca no recibe un adecuado volumen de agua fresca, la producción de leche baja.

El objetivo esencial en la provisión de precursores para la producción de leche, es suplir, tanto la calidad como la cantidad, que son requeridas por el animal para su mantenimiento, reproducción, y producción. Los experimentos efectuados con rastreadores radiactivos ofrecen una información exacta del origen de los elementos constituyentes de la leche.

PROTEINAS DE LA LECHE Y SUS PRECURSORES

A causa de la gran fermentación bacteriana en la panza, realizada por bacterias que actúan sobre las sustancias nitrogenadas por largo tiempo sintetizando varias proteínas, el rumiante no necesita una dieta completa de proteínas como el no rumiante, luego que las bacterias pasan de la panza al tubo gastrointestinal, son digeridas y sus proteínas se absorben para su posterior metabolismo. Como resultado de la acción bacteriana en el rumen, las bacterias son capaces de utilizar el nitrógeno de sustancias nitrogenadas no proteicas, como la úrea, para sintetizar aminoácidos. La úrea puede aportar hasta un tercio de la proteína requerida por el rumiante.

Las proteínas son sintetizadas en los ribosomas que recubren el retículo endoplasmático y transferidas al Aparato de Golgi, de donde es depositada o liberada al interior de los alvéolos. La energía necesaria es proporcionada por las mitocondrias. Los lisosomas se encargan de barrer o eliminar sustancias extrañas o inútiles para las células.

Los gránulos de proteína quedan encapsulados en vesículas lisas, las cuales ya cerradas, emigran hacia la porción apical

de la célula y se abren sobre la superficie celular, liberando las gotitas al lumen sin que se rompa la membrana plasmática.

Entre los precursores proteicos tenemos caseína, Beta lactoglobulina, que constituyen del 90 al 95o/o de las proteínas lácteas sintetizadas en la ubre. La seroalbúmina, la inmunoglobulina y caseína gamma no se sintetizan en la ubre, son filtradas. La síntesis proteica ocurre en los ribosomas 30S y 50S. Algunos aminoácidos no esenciales pueden ser sintetizados en la propia glándula mamaria.

Hay numerosas y diferentes fracciones proteicas en la leche. Muchas de las proteínas de la leche parecen ser las mismas, o muy similares a las de la sangre y pueden o no pasar directamente por presión osmótica de la corriente sanguínea. El grupo de proteínas con menor peso molecular está sobre el rango de 70.000, tal como las lactoalbúminas. La lactoalbúmina es similar a la albúmina de la sangre. Hay evidencias que algunas albúminas pueden ser sintetizadas por las células secretoras de los alvéolos.

El segundo y más importante grupo de las proteínas de la leche, es el de las lactoglobulinas. Están divididas en tres grupos: Beta 1, Beta 2 y gama globulina. La gamaglobulina es la más importante de este grupo. Se cree que las propiedades de los anticuerpos de la leche están asociados con las gamaglobulinas.

Hay evidencias que muestran que la inmunidad puede pasar de la madre a los hijos, vía gamaglobulina. La gamaglobulina alcanza la más alta concentración en el calostro. Desde hace mucho tiempo, se sabe que la vaca, tiene la habilidad de producir gamaglobulinas y anticuerpos contra varias enfermedades. Cuando se in-

yectan vacas secas, tres veces a la semana o tres semanas antes del parto, la ubre responde produciendo anticuerpos. La vaca tiene la habilidad de producir anticuerpos en cualquier época de la lactancia. Si la vaca no es ordeñada por uno o dos días, la leche tiende a parecerse al calostro. Es una forma de producir niveles de gamaglobulina.

La caseína es la proteína más abundante de la leche. Es una proteína de buena calidad, porque contiene más de 20 aminoácidos esenciales. Inicialmente se creyó que las proteínas de la leche ingresaban de dos maneras: a) Proteínas propias de la sangre que pasaban a través de la membrana del alvéolo y entraban directamente a la leche y b) Proteínas de peso molecular y estructura más compleja, que eran sintetizadas en el alvéolo. La proteína más importante es la caseína, la cual posee numerosas fracciones. Entre las variantes de caseína y otras proteínas de la leche están relacionadas con el tipo o grupo sanguíneo del animal.

GRASAS DE LA LECHE Y SUS PRECURSORES

La grasa es el componente más variable en la leche, tanto en porcentaje como en composición.

Los únicos componentes de la leche cuya salida al lumen se ha observado, son las gotitas de proteína y las de grasa, estas últimas son más grandes que las proteínas. Se desconoce el lugar de la célula epitelial donde se forman las gotas de grasa.

Hay tres fuentes de energía de la leche: carbohidratos, proteínas y grasas. En todos los animales generalmente hablando, los carbohidratos son la mayor fuente de energía. La proteína también puede ser usada como fuente de energía. La protei-

na es desaminada, la porción carbohidratada la emplea el cuerpo y el grupo amino se pierde por la orina.

La cantidad de grasa que el animal puede emplear varía grandemente con la especie. Los monogástricos pueden emplear más que los poligástricos.

Se ha demostrado que la vaca no es capaz de utilizar más del 70/o de grasa en la ración y los nutricionistas aconsejan como óptimo un 40/o. Hubo la idea general de que si se aumentaba la grasa en la ración de vacas de leche, había la posibilidad de que aumentara el porcentaje de la grasa en la leche. En realidad la cantidad de grasa en la leche varía poco con la adición de grasa a la ración.

La grasa de la leche está formada por ácidos grasos de cadena corta, mediana y larga (triglicéridos). El ácido butírico tiene solamente 4 moléculas de carbono mientras que el esteárico tiene 18. Los ácidos de cadena corta, especialmente el ácido butírico, están asociados con el olor de la mantequilla. Los ácidos de cadena corta y los no saturados son los responsables del bajo punto de fusión de la mantequilla. Los precursores más importantes de las grasas lácteas son: la glucosa, el acetato, el ácido beta hidroxibutírico y los triglicéridos de los quilomicrones y las lipoproteínas de baja densidad en la sangre.

No podría dejar de mencionarse el colesterol por alcanzar el más alto nivel en la mantequilla que en cualquier otra soluble. No se conoce muy bien el origen exacto de esta sustancia.

En algunos países la venta de mantequilla ha decaído porque se ha asociado a ella las enfermedades del corazón. Sin

embargo, no hay evidencia de que la mantequilla y el colesterol produzcan daño del músculo cardíaco.

En el rumiante es muy importante el ácido acético para la formación de ácidos grasos de cadena corta. Este ácido resulta de la acción en el rumen de las bacterias y protozoos.

El ciclo metabólico del rumiante es algo diferente al del no rumiante porque aquellos son capaces de utilizar el acetato y propionato para energía y para la formación de grasa. Los no rumiantes utilizan los carbohidratos y las grasas como precursores de la grasa de la leche.

Las grasas de la leche se presentan emulsionadas bajo la forma de pequeños glóbulos grasos (1,6 - 10 micras de diámetro) rodeados por una membrana de naturaleza proteica. La determinación del porcentaje de grasa en la leche es un índice del valor energético de este producto.

La mayor parte de las grasas de la leche son triglicéridos de los ácidos grasos de cadena larga, lipoides complejos y vitamínicos liposolubles, como ya se mencionó.

En los rumiantes la síntesis de grasa de la leche, depende de los procesos bioquímicos de la panza. El contenido de la grasa en la leche es un factor hereditario.

MINERALES Y PRECURSORES DE LA LECHE

Los requerimientos de minerales en el ganado de leche son altos y más bien específicos por la cantidad de leche que produce la vaca. La leche es esencialmente rica en Ca y P, por lo cual tiene un consumo muy alto de ellos, que no es capaz de suplir el solo forraje, por lo que hay suplementarios en la ración.

Igualmente posee la leche potasio, cloro y sodio el cual se encuentra en forma soluble.

Por muchos análisis se sabe que los minerales de la leche son los mismos que los de la sangre y que pasan probablemente a través de la membrana alveolar por actividad osmótica o por el proceso como filtración selectiva.

La leche tiene la habilidad de combinarse con el Ca, así que la cantidad de Ca, en la leche es 14 veces superior a la de la sangre. Esto significa que hay un continuo flujo de Ca sanguíneo a la leche.

El Ca y el P están asociados a la proteína (caseína) tan pronto como cualquiera de estos dos minerales llegue a ser deficiente, la producción de la leche desciende.

El fósforo es siete veces superior en la leche que en la sangre, 4 veces el magnesio, 1/4 el cloro, 1/8 el sodio.

Prácticamente todos los demás minerales están en la misma cantidad en la leche que en la sangre. Cualquier deficiencia de un mineral produce reducción en la producción de leche. La capacidad tampón de la leche se debe a los citratos, fosfatos y bicarbonatos, además de las proteínas para que se mantenga el pH en 6.6.

La leche contiene trazas de Zinc, Hierro, Cobre y Yodo. Con excepción del cobre y hierro puede elevarse en la leche su contenido cuando se suministran cantidades abundantes en la dieta.

AZUCARES Y PRECURSORES EN LA LECHE

La lactosa es el azúcar de la leche. No se encuentra en la sangre y por tanto es sintetizada por el tejido mamario a partir de

la glucosa. La lactosa se compone de una molécula de glucosa y una de galactosa. No se sabe hasta ahora cuanta lactosa se forma. Es una buena fuente de energía para el animal lactante.

La lactosa, se sintetiza en las cisternas del Aparato de Golgi, que requiere para ello la lactosa sintetiza constituida por dos proteínas, la A y la B, que es la Alfa lactoalbúmina de la leche. El azúcar aumenta en los primeros ocho días luego del parto en un 100o/o.

PRECURSORES DE LAS VITAMINAS EN LA LECHE

Las vitaminas de la leche proceden directamente de las vitaminas de la dieta y de las sintetizadas en el tracto intestinal. El contenido de vitaminas en la leche varía con la especie. Se insiste en que la glándula mamaria es incapaz de sintetizar vitaminas.

La leche es rica en vitamina A. Esta vitamina migra a través de la pared de las células alveolares y entra a la leche sin cambio alguno. En la leche se asocia a la porción grasa. Ciertas razas de ganado (Guernsey y Jersey) tienen poca habilidad para transformar el beta caroteno (es un pigmento amarillo precursor de la Vitamina A). Esto le proporciona a la leche un color amarillo (leche oro).

La Vitamina D, proviene de dos fuentes: del alimento activado, el ergosterol y de la radiación ultravioleta, es decir, que los animales pueden sintetizar Vitamina D gracias a la luz solar activando el 7 dehidrocolesterol de la piel. El contenido de Vitamina D, en la leche, varía menos que el de la Vitamina A, pero llega a cero si la ración carece de Vitamina D y el animal no percibe radiación solar.

Muchos animales reciben su Vitamina C, de la radiación, especialmente los no rumiantes. No se conoce bien el papel de la Vitamina C, en la leche y como el rumiante tiene la propiedad de producirla en grandes cantidades en el rumen y pasar luego a la leche, que beneficiará al humano quien no la puede sintetizar.

La Vitamina K es sintetizada en el rumen y varía según el alimento, pero es poco abundante en la leche y no se ve afectada por la dieta.

En cuanto al complejo B lo sintetizan en gran cantidad en la panza, gracias a la microflora, por lo tanto la leche es rica en este complejo. El calostro es más rico en Vitamina B, que la leche normal.

En resumen, las vitaminas no son sintetizadas en la ubre sino que pasan directamente de la sangre a la leche.

LECHE CALOSTRAL

El calostro es la secreción elaborada por la ubre inmediatamente antes del parto y que se irá transformando en leche, durante los siguientes días después del parto.

El calostro difiere de la leche por su color amarillo, debido a su alto contenido en carotenos, por su consistencia siruposa y por la propiedad que tiene de coagularse por la ebullición consecuente a la gran proporción de albúminas y globulinas que contiene. Una de las propiedades características del calostro es un elevado contenido de elementos celulares, especialmente leucocitos, neutrófilos polinucleares, eritrocitos y células epiteliales cornificadas, que pueden alcanzar valores de 3,5 millones de células por mililitro. Las células pueden alcanzar diámetros hasta de 25 micras y su citoplasma está lleno de

lípidos (gránulos), contiene numerosas enzimas que desempeña una gran función en la digestión del calostro.

Desde el punto de vista químico el calostro difiere mucho de la leche. Su contenido en proteínas es mucho más elevado (15-20o/o) con un elevado contenido de inmunoglobulinas (50o/o de los prótidos totales) en las que se encuentran todos los anticuerpos presentes en la sangre de la madre, por lo que el calostro es esencial para la inmunización pasiva del recién nacido.

En los primates y roedores la placenta es permeable a las inmunoglobulinas, por lo que el feto puede recibir los anticuerpos en la vida intrauterina. Los fetos de los solípedos y de los restantes ungulados no reciben anticuerpos por vía trasplacentaria debido a la impermeabilidad de esta estructura para dicha sustancia.

El contenido de vitaminas es más alto en el calostro que en la leche, especialmente las vitaminas A y E. Otro tanto se puede decir de los minerales, como puede apreciarse en el siguiente cuadro.

COMPOSICION MEDIA DEL CALOSTRO Y LECHE DE VACA:

	Calostro	Leche
Agua	74 o/o	88 o/o
Caseína	4 o/o	2,6 o/o
Proteínas del suero	14 o/o	3,4 o/o
Grasas	3,6 o/o	3,5 o/o
Lactosa	2,8 o/o	4,7 o/o
Cenizas	1,6 o/o	0,8 o/o
Vit. A (en UI x 100 ml)	700-900	120-150
Vit. E (mg x 100 g de grasa)	500	35
Vit. D (mg o/o)	-	5-10
Sodio (mg o/o)	60	50
Potasio (mg o/o)	150	150
Calcio (mg o/o)	170	120
Fósforo (total)	150	100

CAMBIOS EN LA CANTIDAD Y CALIDAD DE LA LECHE DURANTE EL PERIODO DE LACTANCIA EN LA VACA

Hay muchos cambios en la producción de la leche durante el período de lactancia, sin embargo, sólo dos son significativos; estos cambios ocurren durante el período de producción total y durante los primeros ocho días.

La curva de lactancia se ha hecho con base en muchos registros de producción. No obstante, la producción de leche en los primeros sesenta (60) días tiene tendencia a elevarse y luego por un tiempo se nivela, para luego empezar a declinar hasta que el animal se seca.

Hay muchas diferencias en la rata de producción y la longitud de la lactancia.

Algunas vacas producen bien por un corto período que oscila entre 5-6 meses; otras tienen la tendencia a producir por muchos meses, pero solamente a una baja rata. Los animales deseables son aquellos

que producen una alta rata, por un máximo número de días y luego se sequen.

Hay muchos factores que afectan la curva de lactancia. Prácticamente todos los animales con alta capacidad de producción darán una gran cantidad de leche en las primeras semanas; luego si los requerimientos nutricionales no se mantienen, la curva de lactancia decaerá rápidamente.

Cualquier enfermedad, mastitis o desorden sistémico cambiará temporalmente la curva de lactancia.

Debe entenderse que la curva de lactancia va del parto hasta el período seco.

Así, la longitud de la curva de lactancia dependerá ante todo del número de días que fue ordeñada la vaca.

En los Estados Unidos, debido a un factor económico, la mayoría de las vacas se ordeñan 305 días. La lactancia de 305 días dará también la mayor cantidad de leche por día.