



OXITOCINA EN LA EYECCIÓN DE LA LECHE



► **PhD, Alejandro Velásquez Briceño**

Departamento de Ciencias Agropecuarias y Acuícolas
Núcleo de Investigación en Producción Alimentaria
Facultad de Recursos Naturales
Universidad Católica de Temuco

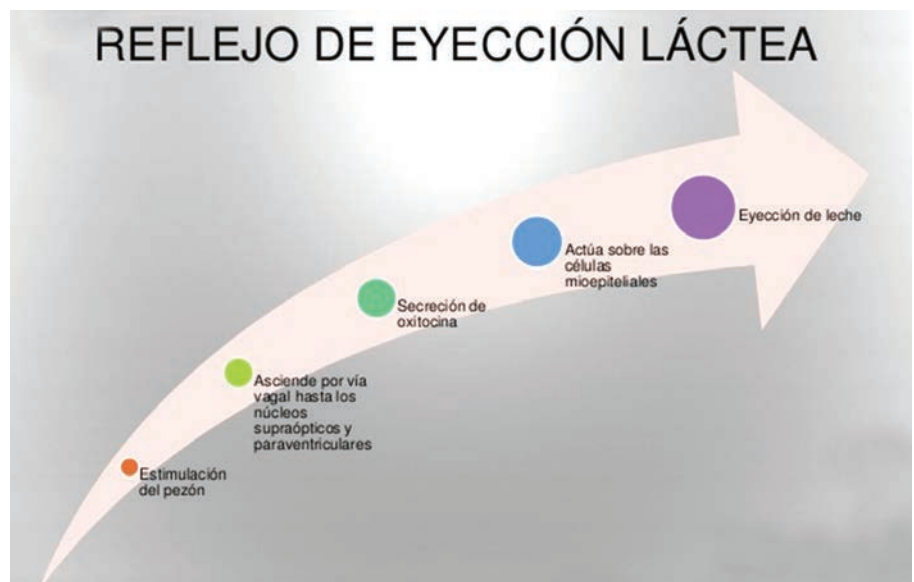
Entre los eventos fisiológicos más relevantes desencadenados en la vaca durante el proceso de ordeña sin duda se destaca la eyección de la leche. Este fenómeno se puede definir como la expulsión de la leche desde los alvéolos (unidad anatómica funcional de la glándula mamaria) hacia los conductos alveolares, para luego conducir la leche hacia los conductos mayores mamarios, drenando de esta forma gran parte de la eyección hasta las cavidades cisternales y principalmente, hasta la cisterna de la glándula, para luego ser llevada hacia el conducto del pezón. Cabe señalar, que en este proceso participan factores biofísicos y biológicos que afectan la eyección de la leche desde su origen hasta los pezones, destacando entre los primeros, el flujo de leche (Lt/min), tiempo en alcanzar el peak del flujo y las diferencias de presión de vacío existentes desde los pezones hasta los alvéolos. Se ha observado que la eyección de la leche tendría lugar cuando se ha generado una presión de vacío mínima intramamaria local de 1– 4 kPa. Este proceso, también conocido como “bajada de la leche” es mediada además por componentes neurofisiológicos y endocrinos. En efecto, la principal hormona involucrada en este fenómeno es la oxitocina (péptido constituido por nueve aminoácidos), la cual es secretada por la neurohipófisis, bajo control hipotalámico, teniendo como principal acción efectora la contracción del tejido mioepitelial que rodea cada uno de los alvéolos glandulares y la contracción de los conductos lácteos (Belo y Bruckmaier, 2010). Específicamente, esta hormona es sintetizada en el núcleo supraóptico del hipotálamo, siendo posteriormente transportada en pequeñas vesículas a través de los axones de los nervios hipotalámicos. Farmacocinéticamente, la oxitocina intravenosa genera una respuesta muy rápida, siendo casi instantánea, por lo cual, al cabo de 3-4 minutos comenzarían

las contracciones del tejido mioepitelial que rodea a los alvéolos y casi simultáneamente se induciría la contracción de los conductos lácteos, durando dicho efecto alrededor de 20 minutos.

NEUROFISIOLOGÍA DE LA EYECCIÓN DE LA LECHE

Este fenómeno responde fundamentalmente a un circuito neuronal de tipo arco reflejo, el cual puede ser iniciado por un estímulo táctil (aférente) en los receptores nerviosos del pezón y/o sobre la superficie de los cuartos mamarios, pudiendo ser provocado por la succión realizada por el ternero, masaje manual o inducción mecánica desde las pezoneras. En esta cascada neurofisiológica se ha reportado que la acetilcolina (neurotransmisor) actúa como un modulador estimulante, y la adrenalina/noradrenalina como hormonas inhibitoras, las cuales tendrían un rol fundamental en la respuesta fisiológica sobre la bajada de la leche frente a estímulos ambientales asociados al bienestar animal y conductas sociales durante la ordeña. Se ha señalado que entre los primeros fenómenos bioquímicos que tienen lugar

para desencadenar la eyección de la leche, se encuentra la formación de un enlace disulfuro entre los sitios activos de la hormona oxitocina y las proteínas que constituyen los receptores específicos de reconocimiento de las células diana del tejido mioepitelial. Su transporte vía endocrina también implicaría un factor dinámico temporal, el cual jugaría un rol importante en las características fisiológicas y volumétricas durante la eyección de la leche. Algunas investigaciones han reportado que la oxitocina posee una vida media de actividad entre los 60 y 190 segundos, dependiendo de factores bioquímicos y fisiológicos involucrados en su actividad efectora (sitios de reconocimiento oxitocinérgicos), y que la concentración plasmática mínima para iniciar la eyección de la leche estaría entre un rango de 3 a 5 pg/mL. También, se ha señalado que su concentración plasmática depende del tipo de estímulo que gatilla su secreción hipofisaria, observándose las concentraciones más altas cuando son provocadas por la estimulación del ternero durante el amamantamiento o cuando las vacas reciben un masaje manual de estimulación a nivel de glándula mama-



ria previo a la ordeña mecánica (se han reportado concentraciones de oxitocina a nivel plasmático hasta 10-15 pg/mL bajo estas últimas condiciones). En una investigación realizada por Watters et al. (2015), se reportó que luego de un minuto de haber inyectado oxitocina exógena en forma intravenosa, la concentración de oxitocina plasmática se elevó hasta 450 pg/mL durante la ordeña, pero 30 minutos después de finalizada la ordeña la concentración en sangre fue menor a 30 pg/mL, indicando que la oxitocina había sido metabolizada para luego retornar a sus niveles basales (2,5 pg/mL). Estos hallazgos permiten inferir que tras aplicaciones exógenas de oxitocina, bajo dosis subterapéuticas, los niveles plasmáticos basales de esta hormona serían restablecidos en un tiempo breve. Por otro lado, se ha observado menores concentraciones cuando el estímulo proviene solo desde las pezoneras durante la ordeña mecánica. Cuando son ordeñadas manualmente la concentración plasmática de oxitocina suele ser mayor que cuando es medida en vacas con ordeña mecánica (tradicional o robótica). Para el caso del uso de robot, estas máquinas ordeñadoras disponen de dispositivos mecánicos para estimular la glándula mamaria (cepillos o vibración), tratando de simular un estímulo natural para inducir la liberación endógena de oxitocina. De no contar con estos dispositivos mecánicos de estimulación en dichos

equipos, se recomienda asegurar algún tipo de estimulación táctil sobre las glándulas mamarias.

Es interesante mencionar que cuando la vaca observa al ternero y capta además su olor, también se generan respuestas neurofisiológicas a nivel superior (corteza/hipotálamo/hipófisis), traducándose en una mayor secreción endógena de oxitocina. Otro fenómeno correlacionado con las concentraciones sanguíneas de esta hormona en vacas lecheras, tiene relación con el nivel de estrés que sufren las vacas antes y durante la ordeña (adrenalina) y/o con el grado de bienestar que se les brinda en general a los animales en la lechería, hallándose mayores concentraciones en vacas que se han evaluado en un estado de reposo bajo condiciones de tranquilidad total, y también, en aquellas que están recibiendo algún tipo de ración de alta palatabilidad durante la ordeña. De ahí la importancia de mantener en el máximo grado de confort y tranquilidad a las vacas durante la ordeña, de lo contrario, las concentraciones y tiempos de acción de la oxitocina pueden variar negativamente, generando un estado inapropiado, incluso de bloqueo oxitócico para mantener una adecuada eyección de la leche.

Las neuronas oxitocinérgicas se proyectan a varias regiones del encéfalo, lo que explica,

por un lado, su acción en la bajada de la leche, como se ha detallado precedentemente, pero además, se ha observado su acción no solo en el control de las contracciones uterinas durante el parto, sino que también, en otros aspectos de la vida de las vacas. Esta red neurofisiológica se interrelaciona además con aspectos vinculados al comportamiento maternal (lactancia y apego al ternero), sexual (fertilidad), interacciones sociales en el rebaño y comportamiento durante la rumia, generando una proyección insospechada de los efectos de la oxitocina sobre la producción lechera.

APLICACIÓN EXÓGENA DE OXITOCINA

Como es sabido desde los inicios de las investigaciones en esta materia, la oxitocina cumple un rol relevante en el vaciado y expulsión de la leche residual que queda en la glándula mamaria tras la ordeña, siendo fundamental también en el mantenimiento del tejido secretor (galactopoyesis). Si bien es cierto que un incremento de la frecuencia de ordeña aumenta el vaciado de la ubre, teniendo como consecuencia una inducción natural hacia una mayor producción de leche (lactogénesis), la administración exógena de dosis no terapéuticas de oxitocina permitirían extraer la leche residual retenida en los conductos y cisternas de la glándula al final de la ordeña, incrementando adi-



MYCONATIVA

DESDE LA CIENCIA
HACIA LA INNOVACIÓN



BIOFERTILIZANTES

De aplicación en: Plantas de Frutales, Hortalizas, Ornamentales, Jardinería, Cereales y Praderas.



YEGUN NATIVA RIEGO®

Para praderas y frutales



YEGUN NATIVA GRANULAR®

Para Viveros y Plantaciones Nuevas



IMOGEN NATIVA®

Para Huertos y Jardines



Puedes comprar directamente en el sitio www.myconativa.com · Mail. roberto.ramirez@myconativa.com · +569 63490872





cionalmente la producción de leche/vaca. Para este propósito la oxitocina se puede administrar preferentemente a través de dos vías: inyección intramuscular o intravenosa, generando una respuesta efectiva oxiótica durante 5 a 15 minutos. Su farmacocinética in vivo dependerá, en parte, de la forma de administración; inyecciones intravenosas presentan una respuesta más rápida y más efectiva, por lo cual, la dosis bajo esta opción suelen ser inferiores en relación a las inyecciones intramusculares. Luego, especial consideración tendrá la forma de administración de esta hormona y la dosis a aplicar, pensando en la respuesta y las consecuencias probables en el animal. En cualquier caso se recomienda ceñirse a las especificaciones técnicas indicadas por el laboratorio fabricante de esta hormona. La literatura científica reporta en forma clara y convincente los efectos positivos al aplicar oxitocina exógena en vacas lecheras (concentraciones de 2 hasta 60 UI/vaca/día), observándose un incremento significativo en la producción de leche, sobretodo en vacas de bajo rendimiento a la ordeña, y en general, para extraer la leche residual sistemática que permanece en la glándula mamaria tras cada ordeña. El éxito de esta aplicación exógena de oxitocina, a parte de la calidad intrínseca de la propia hormona, depende principalmente de una serie de factores propios del animal, los cuales podrían condicionar la variabilidad de la respuesta fisiológica buscada con esta estrategia. Entre los más relevantes se pueden mencionar: momento de la aplicación (antes, inicio, durante o final de la ordeña), dosis y forma de aplicación (intravenosa-intramuscular), nivel de llenado de las cavidades cisternas y de los conductos alveolares, sensibilidad de los receptores oxióticos a nivel mioepitelial de los alvéolos y conductos, factores genéticos (raza lechera), nivel productivo, momento de la lactancia y número de lactancia, sistema de ordeña, así como también, el nivel de estrés de la vaca. Respecto a la dosis efectiva de oxitocina, no existe una única dosis ideal; se han publicado diversos valores según cada situación productiva y raza involucrada; por ejemplo, para el caso de vacas Holstein Friesian tratadas con inyecciones de 2-3 UI/vaca/día, aplicadas en la vena abdominal durante la segunda mitad y final de la ordeña, mostraron rendimientos promedios de leche a la ordeña significativamente mayores que las vacas no tratadas ($P < 0,05$).

EFFECTOS ADVERSOS PRODUCTO DE LA APLICACIÓN DE OXITOCINA

No obstante lo relatado precedentemente, es importante indicar que se pueden gene-

“Estimulación robótica sobre la glándula mamaria”



rar algunos efectos adversos en las vacas producto de la aplicación exógena de oxitocina. En efecto, sobredosis de oxitocina pueden producir un efecto contrario al deseado, provocando una disminución en el volumen de leche eyectada; dosis de oxitocina rutinaria aplicadas intramuscularmente por sobre 25 UI/vaca/día, pueden provocar una condición de “concentración suprafiológica”, causando una posible desensibilización de la respuesta oxiótica (Belo y Bruckmaier, 2010). Bajo esta mirada, también se ha reportado cambios en la composición química y un deterioro en cualidades industriales de la leche, producto de una aplicación elevada y reiterada de oxitocina exógena (Hameed et al., 2014). En el ámbito reproductivo, se ha observado un deterioro en el índice de concepción, generando un alargamiento en el intervalo parto-preñez y un incremento en la incidencia de abortos, junto a un elevado recuento de células somáticas en la leche; aunque esto último se puede explicar por un efecto de sobre exigencia en el tejido secretor provocado por la oxitocina. Lo primero puede ser explicado por la generación de estrés sistemático en las vacas lecheras sometidas a inyecciones reiteradas de esta hormona, mostrando nerviosismo y agitación permanente frente a este manejo.

CONSIDERACIONES FINALES

Como conclusiones generales se puede argumentar que la oxitocina cumple un rol fundamental en el proceso de eyección de la leche, y se deberá procurar las condiciones ambientales y de manejo ideal para las vacas, de tal forma de asegurar que la bajada de la leche suceda en forma natural de

la mejor forma posible durante el proceso de ordeña. Para el caso de optar por una aplicación exógena de oxitocina, se deberá considerar que esta estrategia puede acarrear efectos tanto benéficos como negativos, por lo cual esta decisión deberá estar sujeta a condiciones técnicas apropiadas, tanto del punto de vista intrínseco como extrínseco del animal, debido a que una incorrecta aplicación de oxitocina puede generar efectos deletéreos sobre el rendimiento lechero del rebaño. Para una exitosa aplicación de oxitocina, entre otras condiciones técnicas, se sugiere aplicar, en primer término, dosis bajas (subterapéuticas), no sobrepasando las 20 UI/vaca/día y por un tiempo breve, considerando siempre las indicaciones técnicas recomendadas por el fabricante, y al mismo tiempo, respetando al máximo el bienestar animal durante toda la vida productiva de las vacas lecheras.

LITERATURA CITADA

- Belo, C.J., and R.M. Bruckmaier. 2010. Suitability of low-dosage oxytocin treatment to induce milk ejection in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93: 63–69.
- Hameed, A., Hussain, R., Zahoor, T., Akhtar, S., Riaz, M., and T. Ismail. 2014. Effect of oxytocin on enzyme activities in bovine milk. *International Dairy Journal.* 39: 229-231.
- Watters, R.D., Bruckmaier, R.M., Crawford, H.M., Schuring, N., Schukken, Y.H., and D.M. Galton. 2015. The effect of manual and mechanical stimulation on oxytocin release and milking characteristics in Holstein cows milked 3 times daily. *J. Dairy Sci.* 98: 1721–1729.