

## Capítulo LIV

### **Innovadora técnica de lactoinducción para mejorar la productividad en la Ganadería Doble Propósito**

**Bitelio Morales**  
**Jorge Rubio-Guillén**

La ganadería Doble Propósito (DP) constituye más del 50% del rebaño nacional de bovinos, conformado principalmente por animales mestizos productos de cruces alternos entre razas criollas y otras razas de origen *Bos taurus* y *Bos indicus*. Un tipo de ganadería desarrollada con el objetivo de superar las condiciones ambientales desfavorables, incrementar la producción lechera y mejorar el resultado económico de la finca.

Dentro de los desafíos señalados entre los técnicos y ganaderos que tienen a cargo la labor de optimizar la producción de leche de estos animales DP, se encuentra la opción poco aprovechada de utilizar aquellas hembras aptas para reproducirse, pero que no consiguen salir preñadas, a pesar de mejorar su manejo general, estado nutricional, así como, de implementar tratamientos preventivos o curativos para favorecer la fertilidad de las hembras problema.

De todos es sabido, que en una hembra lactante, la secreción de leche es un proceso continuo regulado por la acción de distintas hormonas. El desarrollo normal de la glándula mamaria es el resultado de una acción sinérgica entre las hormonas adenohipofisarias y del ovario (Hafez, 1986); por ejemplo, la prolactina, los estrógenos y la progesterona, por efecto conjunto, estimulan la proliferación de alvéolos y conductos para alcanzar el desarrollo de la glándula mamaria (Macrina *et al.*, 2014). Sin embargo, en caso que, la hembra no quede gestante, la lactación no podrá ser aprovechada y dicho animal pasa a ser un problema de índole económico, ya que genera más gastos que beneficios. Es entonces, cuando surge la “lactoinducción” como una técnica innovadora que permite aprovechar aquellas hembras que en primera instancia parecen ser candidatas para su eliminación en un sistema de producción DP. Vacas y novillas que poseen ubres bien condicionadas, pero que no se reproducen, representan una pérdida potencial de producción lechera. Estos problemas reproductivos afectan la producción y generan pérdidas económicas en la finca.

El objetivo de este artículo es reseñar al lector una serie de ventajas, puntos y factores a tomar para la implementación de una técnica de lactoinducción como vía para mejorar la productividad lechera en animales genéticamente aptos para tal fin.

## CONCEPTO DE LACTOGÉNESIS

La formación de la glándula mamaria tiene dos procesos: crecimiento de la glándula mamaria y secreción de la leche o lactogénesis (Mellado *et al.*, 2014). La lactancia normal se inicia después de la preñez y parto, por efecto de las hormonas oxitocina y prolactina, aunque también puede lograrse de manera artificial aplicando esas hormonas (De Alba, 1964). En ruminantes no preñados, los estrógenos ováricos inducen el crecimiento mamario y la secreción láctea (Tarazona & Vargas, 1989).

Las hormonas involucradas en la inducción de la lactancia son: la oxitocina, que ocasiona la bajada de la leche, los estrógenos que son responsables del desarrollo mamario antes de la preñez (provoca el crecimiento de ductos y canales), los corticosteroides que estimulan la síntesis de otras hormonas como la oxitocina y la progesterona, que tiene como función, concluir el crecimiento mamario mediante la organización interna de los canales y del desarrollo de los alvéolos mamarios que serán los encargados de la secreción láctea y de mantener la lactación (Hafez, 2003). La prolactina juega un papel fundamental, al activar el crecimiento de la glándula mamaria, estimula el desarrollo y la actividad de los alvéolos y conductos galactóforos, favoreciendo en gran parte la secreción y producción de leche (Macrina *et al.*, 2014).

Diversas investigaciones han demostrado que aplicando hormonas durante 21 días se obtiene una lactancia artificial en vacas y novillas, en buenas condiciones y que no presentan problemas en la ubre (Tarazona & Vargas, 1989). La lactancia inducida es una herramienta alterna, que no resuelve los problemas reproductivos, pero que puede reducir las pérdidas derivadas de las fallas reproductivas. Ahora bien, pretender obtener una lactancia adicional de una vaca o hacer que produzca leche una novilla no gestante, con buen temperamento lechero es un estudio que aún tiene mucho campo para investigar y aplicar en un futuro próximo.

## EFECTOS DE LAS HORMONAS SOBRE LA GLÁNDULA MAMARIA

### Estrógenos

Provocan en la glándula mamaria depósitos de grasa, desarrollo del estroma y crecimiento de un amplio sistema de conductos. Este crecimiento inicial de los lobulillos y de los alvéolos mamarios se desarrolla en grado ligero, pero son la progesterona y prolactina, las que estimulan el crecimiento y función de estas estructuras (Jewell, 2002).

### Progesterona

Estimula el desarrollo final de los lobulillos y alvéolos de las glándulas mamarias, haciendo que las células alveolares proliferen, aumenten de volumen y adopten carácter secretor; sin embargo, parece que esta no provoca en realidad la secreción de

la leche, pues esta solo ocurre después que la glándula mamaria preparada por los estrógenos y la progesterona es estimulada de forma complementaria por la prolactina (Pereira *et al.*, 2014)

### **Corticosteroides**

Estas hormonas son importantes para la lactogénesis. La concentración de corticoides y de prolactina durante la gestación en las novillas son insuficientes para inducir el inicio de la lactancia, adicionando la alta concentración de progesterona que además de ser antagonica disminuye el estímulo de la secreción de prolactina, por los estrógenos (Mc Donald, 1981). La hormona adenocorticotrópica o los corticoides deprimen la lactancia en la vaca a pesar de numerosos intentos de estimular la producción de leche mediante su uso. Con la baja de volumen aumenta el porcentaje de grasa, proteína y lactosa (Jewell, 2002).

### **Oxitocina**

Provoca el efecto de la bajada de la leche y mantiene la secreción láctea debido al estímulo producido durante el ordeño que libera prolactina, hormona adenocorticotrópica y oxitocina (Senger, 1997).

### **Metabolismo del calcio**

Los mecanismos patógenos causantes de la disminución rápida y precipitada del calcio sérico son complejos y no se entienden por completo. Los niveles de calcio ionizado y total disminuyen progresivamente, empezando varios días antes del inicio de la lactancia (Hafez, 2003). Mellado *et al.* (2014), demostraron en vacas lactoinducidas, un problema de descalcificación manifestado en fracturas a nivel de la cintura pelviana o escapular. Este problema se puede controlar adicionando calcio a la dieta, vía oral o intravenoso al momento de iniciar su lactancia. Este proceso se puede deber a que los estrógenos y glucocorticoides intervienen en la regulación y homeostasis de los niveles de calcio, disminuyendo el calcio sérico (Mc Donald, 1981). La inmunoreactividad en el plasma de vacas hipocalcémicas está compuesta parcialmente por la hormona paratiroidea (PTH) biológicamente activa, además de fragmentos de hormona que pueden poseer actividad biológica o no.

La disminución del calcio sanguíneo puede ser rápida en ciertas vacas lecheras altamente productivas, cerca del parto o al principio de la lactancia. Como la reabsorción ósea durante el período anterior al parto es a menudo relativamente baja, debido al ingreso importante de calcio dietético, hay un fondo común relativamente bajo capaz de reaccionar a la PTH. Cuando la secreción de PTH aumenta debido al rápido desarrollo de hipocalcemia, el aumento de actividad de los pocos osteoblastos y osteocitos activos no es suficiente para restaurar la concentración normal de calcio plasmático (Macrina *et al.*, 2014).

Solo la administración de calcio y la elevación del calcio en los líquidos extracelulares restauran la capacidad de reacción a la PTH, desencadena la reabsorción ósea y corrige la hipocalcemia. La composición anterior al parto de dietas altas en calcio se

ha considerado como causa de un aumento importante de la frecuencia particular de la enfermedad (Hafez, 2003).

## **CONTROL HORMONAL DE LA LACTACIÓN**

El desarrollo de la glándula mamaria es consecuencia de la reproducción y algunas de las hormonas responsables del desarrollo mamario también participan en la reproducción. De especial importancia en esta doble función son las hormonas ováricas (Senger, 1997). Durante o cerca del momento del parto, la glándula mamaria cambia de ser tejido en crecimiento activo, durante el cual y de acuerdo con la especie no está secretando o secreta sólo una pequeña cantidad de calostro, a una estructura que ha cesado casi completamente de crecer pero que secreta grandes volúmenes de leche. El estímulo más probable para que estos cambios se efectúen son los cambios en las concentraciones sanguíneas de las hormonas asociadas al parto (Hafez, 1986).

Existen autores que aceptan estas tesis neuroendocrinas, pero otros, piensan en la intervención de factores de orden exclusivamente hormonal. Según los primeros, habría al principio una vasodilatación con turgencia de la mama por estímulo que llegaría por vía nerviosa a las células musculares lisas de las venas mamarias; a continuación y casi de forma simultánea intervenirían las hormonas pre y posthipofisiarias. Para los otros, la causa sería solo de orden humoral y en particular, se trataría de la intervención de las hormonas posthipofisiarias. Algunos piensan en la acción compuesta de la oxitocina y la arginina-vasopresina, mientras que otros, solo y únicamente sería una acción individual de una de estas dos hormonas (Senger, 1997). Al sintetizarse la oxitocina se demostró que aún en dosis bajísimas es capaz de provocar la emisión total de la leche contenida en la ubre (Hafez, 2003).

En una preñez temprana, los niveles de progesterona, estradiol y somatotropina coriónica aparecen, mientras que los niveles de prolactina son variables, pero no del todo bajos. Después del parto, los niveles de todas estas hormonas cambian. Las concentraciones de estradiol y progesterona ováricas son bajas, los niveles de estradiol adrenal disminuyen algo y el lactógeno placentario está ausente, pero la prolactina está presente en concentraciones elevadas (Macrina *et al.*, 2011).

También durante la gestación, la globulina ligada de corticosteroides está presente en el plasma en grandes cantidades y puede ser la responsable de la “inactivación” de los elevados niveles de esteroides adrenales; después del parto, esta proteína ligada de corticoides desaparece de la circulación, por lo tanto “libera” a los esteroides adrenales para que sean utilizados por la glándula mamaria y otros tejidos (Hafez, 1986).

Durante la preñez, los niveles de prolactina, y glucocorticoides adrenales son insuficientes para iniciar la lactancia. El estrógeno y la progesterona que están en alta concentración durante la preñez, antagonizan o hacen a la glándula resistente a la acción de las hormonas lactógenas, cuya producción es inhibida por estrógenos y progesterona. Hacia el momento del parto, los niveles de prolactina circulante se elevan, aumenta la concentración y la actividad de glucocorticoides y descienden los niveles de progesterona, primero y luego de los estrógenos (Kesinger, 2011).

## **INDUCCIÓN HORMONAL DE LA LACTANCIA**

Para llevarla a cabo se debe tener en cuenta consideraciones como: alimentación balanceada; estimulación apropiada; menor estrés posible; condiciones sanitarias excelentes; control permanente; un secado previo de 60 días como mínimo y un manejo similar al resto del rebaño. Además, no deben estar gestantes y haber alcanzado la pubertad, reuniendo las novillas la edad, peso y tamaño para resultar gestante.

## **FINALIDAD DEL PARTO ARTIFICIAL**

La inducción de un parto artificial tiene como la respuesta más simple y directa, el sacar más provecho de las vacas y novillas que son destinadas para matadero, es decir, aquellas hembras que cada año son eliminadas en las fincas de ganadería DP debido a causas de infertilidad. La tasa de descarte llega hasta 15% y 20% y en las novillas de reposición, habrán de destinarse al sacrificio entre 5 y 10%, por las mismas causas de baja fertilidad. Si a estas pérdidas, le sacamos un costo, podemos observar de inmediato que hay pérdidas en la economía de la ganadería cuando se vende una vaca infértil que ha sido una muy buena productora, a un precio extremadamente económico, ya que se trata de una vacas para matadero, que pesa alrededor de 450 kg, siendo el precio promedio de 5 Bs/kg en pie, lo que equivale a 2250 Bs: De igual forma una novilla que es vendida para sacrificio, no cubre ni siquiera los gastos de crianza de la misma.

## **ASPECTOS A CONSIDERAR PARA UNA BUENA INDUCCIÓN DE LACTANCIA**

Antes de iniciar el proceso de inducción de la secreción láctea, debe tomarse muy en cuenta la madurez de la ubre en novillas. La estimulación de estas células secretoras para producir leche se debe realizar en animales mayores de 2 años. Tanto la madurez y la estimulación de las células secretoras resultan de la acción de las hormonas ya señaladas: progesterona, corticoides (cortisol), hormona del crecimiento (somatotropina) y estrógenos. Por tal razón, los protocolos empleados son casi siempre los mismos, con algunas pequeñas variaciones. El tratamiento con hormonas para simula un parto químico dura casi siempre 21 días y las vacas y/o novillas bajo tratamiento pueden ser ordeñadas a partir de los 22 días; no obstante, será imprescindible inyectar somatotropina cada 14 días con el fin de sostener una lactancia (Vélez *et al.*, 2006).

Para escoger las hembras en las cuales se podrá implementar esta técnica, como se ha dicho deben ser novillas mayores de 2 años de edad y de buena condición corporal de las cuales ya se conoce su genética y, ha sido imposible preñarlas, por lo que son aptas para una lactancia artificial. También podrán escogerse aquellas vacas que han tenido una buena producción en lactancias previas, las cuales por lo general, en las ganaderías DP pertenecen al grupo de las más productivas y de lactaciones más prolongadas, por lo cual tienden a secarse vacías. Ellas han perdido condición corporal durante esa última lactancia debido al desbalance nutricional y se encuentran en anestro y vacías; por ser una vaca repetidora ha sido descartada del rebaño, esperando que termine su lactancia ya que es una excelente candidata para una lactoinducción. De lo

contrario, ese animal imposible de preñar, será eliminado pues resulta una carga para la ganadería DP. Además, tienen que estar completamente sanas, en especial, de la ubre.

## **BENEFICIOS PARA EL GANADERO POR LA LACTOINDUCCIÓN**

Al inicio de los tratamientos hormonales usados para la inducción láctea se reportaron resultados de un 70% de éxito en provocar nuevas lactancias, alcanzando niveles de producción, alrededor del 70% de las lactancias anteriores. Los últimos reportes en animales, en los cuales se han utilizado protocolos más actualizados, incluso con la aplicación de somatotropina, se obtuvieron resultados de 86,1% de lactancias productivas (Macrina *et al.*, 2014). En ese mismo trabajo, se reportó que de 1302 vacas tratadas el 81,6% respondió muy bien al tratamiento hormonal obteniendo lactancias productivas; además, se encontró que el 63% de las vacas post tratamiento fueron preñadas nuevamente. En general, se puede concluir que la lactancia inducida, parto químico o parto artificial, como quiera que pueda llamarse, es una técnica que, hoy por hoy, y frente a los desafíos que muestra la ganadería venezolana pudiera ser rentable.

## **PASOS PARA APLICAR EL TRATAMIENTO HORMONAL**

1. Selección adecuada de la novilla o la vaca, considerando la condición corporal y peso; ausencia de preñez; libre de enfermedades, en especial, con una ubre sana, debiendo tener por lo menos 60 días de descanso por la lactación anterior (vacas secas).
2. Aplicar todos los días el tratamiento a igual horario, utilizando agujas y jeringas descartables o estériles, inyectando con exactitud, las dosis recomendadas.
3. Durante el tratamiento, las hembras tratadas se deben mantener separadas del resto de los animales, ya que debido al tratamiento hormonal, los animales pueden tener fragilidad de huesos e incluso sufrir fracturas al ser montadas por otros animales.

## **PROTOCOLO SUGERIDO PARA LA LACTOINDUCCIÓN (Cuadro 1)**

- Cipionato de estradiol (CE) inyectar 0,1 mg/kg de peso vivo por vía subcutánea.
- Progesterona (P4), inyectar 0,25 mg/kg de peso vivo por vía subcutánea.
- Dexametasona, inyectar 20 mg total fraccionados en tres días por vía intramuscular.
- Oxitocina: inyectar 50 UI. Por tres días vía intramuscular.
- Lactotropina, aplicar una dosis a los 5 y a los 14 días de inicio del tratamiento.
- Calcio (Sofacal) 60 mL/novilla cada vez que se inyecte estrógeno.

**Cuadro 1**  
**Esquema de aplicación del Protocolo para lactoinducción en novillas y vacas**

Días	Tratamiento
1	E.C.P.+ Fertivet + Calcio
2	
3	E.C.P.+ Fertivet + Calcio
4	
5	E.C.P.+ Fertivet + Calcio
6	
7	E.C.P.+ Fertivet + Calcio
8	
9	E.C.P.+ Fertivet + Calcio
10	
11	Retardex
12	Retardex
13	Retardex
14	Oxiveex+1er Ordeño
15	Oxiveex+2do Ordeño
16	Oxiveex+3er Ordeño

## TRABAJOS REALIZADOS EN VENEZUELA

Datos no publicados sobre la inducción de la lactancia a 10 vacas mestizas con predominio racial de 5/8 Holstein rojo/Brahman rojo, ubicadas en un finca DP en el Sur del lago de Maracaibo, mostraron una producción de leche diaria de 10 L/día, en un periodo de 100 días, mientras que su promedio de producción en la campaña anterior fue de 12 L/día (Morales & Rubio, 2014; en prensa).

## CONCLUSIONES

Es importante tener en cuenta el potencial genético de las vacas infértiles basándose en sus registros de producción. Los protocolos de lactoinducción son muy variados y el costo depende principalmente del componente de estradiol que se utilice (cipionato de estradiol, valerato de estradiol,  $17\beta$  estradiol, benzoato de estradiol).

Dependiendo del promedio diario de producción, las vacas costean su tratamiento en tan solo 30 días del periodo de lactancia, es decir, el resto de los días (200 días) son ganancias para el productor. Por ello, esta técnica bien implementada sería un gran logro para minimizar el descarte “no senil” de los animales productivos.

Lo más importante de la lactoinducción es que el productor puede preñar el 50% de los animales que están en este programa después de los 60 días de tratamiento con programas de sincronización a tiempo fijo.

Para una vaca cuyo promedio de producción de leche es de 10L/día, la ganancia de acuerdo a la duración de la lactancia es en promedio de 4200Bs/vaca. De acuerdo a los resultados que se han obtenido, este grupo de animales mejora la rentabilidad de la finca y por consiguiente la producción, permitiendo que estos animales que eran destinados a matadero, le sean aprovechados entre una a tres lactancias, y después ser vendidos.

## RECOMENDACIONES

Es importante suministrar al animal una suplementación óptima durante el tratamiento y posterior a este, para llenar las deficiencias dejadas al alimentar solamente con gramíneas y por el desbalance que ocasiona el inicio de la lactancia.

Escoger para realizar el tratamiento una época en la cual el estrés medio-ambiental sea mínimo y la disponibilidad de alimento sea óptima.

Separar las vacas utilizadas para el tratamiento del resto del rebaño durante los 60 días posteriores al inicio de la lactancia y durante esta época suplementar calcio, como si fuera una hipocalcemia, a la vez que evitar las montas directas.

El manejo reproductivo de las novillas y vacas debe iniciarse 60 días posteriores al inicio de la lactancia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De Alba J. 1964. Reproducción y genética animal. San José C.R. Edit. SIC. 7-11 pp.
- Hafez ESE.1986. Reproducción e inseminación artificial en animales. 4 ed. México. Interamericana. 540 pp.
- Hafez B. 2003. Reproduction in farm animals. 8th edition, Baltimore/USA. 509 pp.
- Jewell T. 2002. Artificial induction of lactation in nonbreeder dairy cows. Virginia Polytechnic Institute. 48pp.
- Kesinger RS. 2011. Lactation induced lactation. Encyclopedia of Dairy Science. 20-25 pp.
- Macrina AL, Kauf, ACW, Kensinger, RS. 2011. Effect of bovine somatotropin administration during induction of lactation in 15 monthold heifer on production and health. J Dairy Science. 94: 4566-4573.
- Macrina AL, Kauf ACW, Pape-Zambito DA, Kensinger RS. 2014. Induced lactation in heifers effects of dexamethasone and age at induction on milk yield and composition. J Dairy Sci 97 (3): 1446-1453.
- Mellado M, Antonio-Chirino EC, Melaza-Herrera FG, Veliz JR, Arevalo J, Mellado J, Santiago MA. 2011. Effect of lactation number year and season of imitation of lactation on milk yield of cows hormonally induced into lactation and beated with recombinant bovine somatotropin. J Dairy Sci 94 (9): 4524-4530.
- Mellado M, Sepulveda E, Garcia J, Rodriguez A. Santiago MA, Veliz FG, Miguel M. 2014. Milk yield of holstein cows induced into lactation twice consecutively and lactation curve models fitted artificial lactations. J Integrative Agriculture 13 (6): 1349-1354.
- Mc Donald LE. 1981. Reproducción y Endocrinología Veterinaria. 2 ed. México: Interamericana. pp. 97-101; pp 419-436.

Pereira MHC, Rodríguez ADP, Carvalo de RJ, Wiltbank MC, Vasconcelos JLM. 2014. Increasing length of an estradiol and progesterone timed artificial insemination protocol decreases pregnancy losses in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 97 (3): 1454-1464.

Senger P. 1997. Pathways to pregnancy and parturition. *Current conceptions Inc.* 271 pp.

Tarazona LG, Vargas CH. 1989. Lactoinducción hormonal en novillas y vacas infértiles en el Pie de Monte Llanero (En línea). Colombia. Disponible en <http://www.zoetecno-campo.com>. Revisado el 23 de Mayo de 2014.

Vélez M, Hincapié JJ, Matamoros I. 2006. Producción de ganado lechero en el trópico. 5ª ed. Academic Press, Zamorano, Honduras 35 (44): 138-139 pp.