

Capítulo LII

Conducta materna. Implicaciones en el manejo, producción y reproducción

**Karin Drescher
Marcelo Gil-Araujo**

El conocimiento de las interacciones madre-cría, sus características y repercusiones puede contribuir a asegurar el bienestar de ambos, mejorar la eficiencia reproductiva y productiva, y en consecuencia al mejoramiento del desempeño del sistema de producción. La expresión de la conducta materna no se circunscribe a los momentos perinatales, sino que se extiende durante el período de amamantamiento y finaliza con el destete, el que puede ocurrir de manera natural o bajo la decisión del hombre. La información científica disponible en relación con la conducta materna es escasa, en especial en el ganado del medio tropical y en sus cruces con razas puras. Este Capítulo presenta información actualizada y algunas experiencias en el medio tropical tropicales que representan un valioso aporte al sector productivo.

VÍNCULO VACA-BECERRO ¿CÓMO Y CUÁNDO SE ESTABLECE?

Comportamiento de la vaca

En las horas próximas al parto, la vaca busca cierto grado de aislamiento que se ha sugerido es importante para un aprovechamiento máximo del período de sensibilidad que persiste por varias horas (Fraser & Broom, 1990). En general, de acuerdo a la conducta que exhibe la hembra mamífera recién parida, se clasifican en escondedores y seguidores. En los primeros, la madre esconde a la cría para protegerla y se acerca a ella solo para alimentarla, hasta que esta es lo suficiente vigorosa para seguir a la madre. En los seguidores, una vez calostrada, la cría seguirá a la madre (Chenoweth & Landaeta-Hernández, 1998). En el caso de los vacunos, son escondedores por naturaleza; pero es un comportamiento que varía entre razas, al estar enmascarado por el manejo impuesto por el hombre y que necesariamente ha llevado a conductas adaptativas (Chenoweth & Landaeta-Hernández, 1998). Es así que observamos que las hembras de razas lecheras especializadas no esconden al becerro (comportamiento suprimido hace siglos debido al manejo) y no muestran mayor agresividad para su defensa,

en tanto que las hembras zebuínas o de componente zebuino protegen al becerro y exhiben una conducta agresiva para defender a sus crías.

Una vez ocurrido el parto, un complejo mecanismo neuroendocrino provoca el despliegue de rasgos de conducta que incluyen el lameteo (limpieza y estimulación de la piel de la cría), cuidado, amamantamiento y reconocimiento madre-cría; este último está determinado por estímulos visuales, olfativos (Griffith & Williams, 1996) y probablemente auditivos ya que durante el lameteo o acicalado, la vaca y el becerro vocalizan. El becerro emite suaves sonidos guturales en tanto que la vaca hace 3 sonidos distintos: un mugido sonoro con la boca abierta mientras lame; un sonido gutural suave con la boca cerrada y un sonido gutural fuerte cuando el becerro se levanta y se separa de ella (Fraser & Broom, 1990). Estos rasgos de conducta pudiesen estar influenciados por patrones raciales de comportamiento.

Existe divergencia entre autores en referencia al tiempo (horas o minutos) que toma el establecimiento del vínculo vaca-becerro (Cavendish, 2007; Hout, 2011). Durante este tiempo o período de sensibilidad, la vaca remueve los restos de membranas y fluidos amnióticos de la piel del becerro mediante un intenso lameteo que se concentra en dorso y luego abdomen (Fraser & Broom, 1990; Büttow *et al.*, 2006). Durante el lameteo, la vaca vierte gran cantidad de saliva sobre el becerro, la cual es el vehículo de feromonas orales que funcionan en situaciones de reconocimiento entre individuos jóvenes y adultos, así como en otras situaciones de tipo social (Fraser & Broom, 1990; Phillips, 2002). El lamido del becerro se extiende entre 5-6 horas, pero es más frecuente durante las primeras 2 horas, las vacas de primer parto emplean la mitad del tiempo del que emplean las multiparas (Fraser & Broom, 1990; Paranhos da Costa *et al.*, 2008; Hout, 2011). Además de la limpieza, el lamido estimula al becerro a pararse y mamar, en tanto que provee de un efecto analgésico y relajante a la vaca debido a los opiodes liberados durante el parto y a la ingestión de fluidos amnióticos (Büttow *et al.*, 2006; Hout, 2011). Si se demora el contacto entre la vaca y su cría por cinco horas luego del parto, el 50% de los becerros serán rechazados (Hout, 2011).

Una vez que el becerro se pone de pie, la vaca normalmente asume una actitud cooperadora para que el becerro busque y encuentre los pezones y de manera ocasional, la vaca altera la posición para corregir la orientación del becerro. Situaciones de agresividad hacia la cría o conducta materna inapropiada han sido descritas en vacas primerizas criadas en aislamiento hasta los 8 meses y en hijas de vacas con similar conducta (Broom & Leaver, 1977; Edwards & Broom, 1982). Aún permanecen por dilucidar algunos aspectos del comportamiento materno como: ¿por qué algunas vacas primerizas son indiferentes o maltratan a sus crías en tanto que otras son tan maternales que pueden amamantar varios becerros? Es necesario profundizar en los mecanismos hormonales y epigenéticos asociados a la conducta materna. A pesar de los contrastes entre vacas lecheras y cárnicas, la heredabilidad del comportamiento materno es baja (0,08) (Hout, 2011).

Conducta de la cría

El becerro recién nacido frota su cabeza, nariz y hocico en el cuerpo de su madre. Algunos becerros permanecen inmóviles hasta por 30 minutos después del nacimiento, pero en menos de una hora deben ponerse de pie. Un becerro puede tardar en

tre 30 minutos a una hora para localizar los pezones y una vez ubicados, las sucesivas búsquedas serán de mayor precisión. La mayoría de los becerros maman en las tres primeras horas posteriores al nacimiento, aunque algunos pueden pasar hasta 6 horas sin hacerlo. Los becerros que no han mamado en 6 horas presentan dificultades que pueden terminar en su muerte. Una vez que el becerro mama es común observar a la madre lamer la zona perianal de la cría, con lo cual se estimula la micción y defecación.

Especial atención debe prestarse al vigor, estatus sensorial y conducta del becerro recién nacido. A pesar de la frecuencia con que ocurren y el tiempo transcurrido desde que se le reporta, la debilidad neonatal y el síndrome del becerro tonto permanecen sin atención, a pesar que representan una importante causa subyacente de morbilidad y mortalidad en becerros Brahman, Pardo Suizo y Holstein (Franke *et al.*, 1975; Hentges & Morantes, 1985; Ferrer *et al.*, 1995; Landaeta *et al.*, 1997; Landaeta-Hernández *et al.*, 2002).

Conducta durante el destete

El vínculo vaca-becerro se mantiene aún con un segundo nacimiento, pudiendo incluso mostrar agresividad para cuidar a ambas crías (von Keyserlingk & Weary, 2007). Con diferencias entre razas, la separación de la vaca y la cría trae consigo desplazamientos continuos en el área de confinamiento e incapacidad de los animales de descansar por largos períodos. Sin embargo, cuando la separación ocurre transcurridas seis horas del nacimiento se producen menos vocalizaciones, escaso incremento de la frecuencia cardíaca y menor alteración del nivel de cortisol (Flower & Weary, 2001; Loberg *et al.*, 2008). Stehulová *et al.* (2008) observaron que las vacas más estresadas (vocalización, olfateo y búsqueda) fueron aquellas a las que se les permitió ver y escuchar a sus crías luego de la separación, en comparación con las que no perdieron totalmente el contacto con sus crías. Además, las vacas y becerros separados los días 4 y 7 mostraron mayores signos de estrés que los separados el día 1.

EFFECTOS SOBRE VARIABLES PRODUCTIVAS

Sobrevivencia y crecimiento de la cría

La expresión de la conducta materna y un apropiado vínculo vaca-becerro están estrechamente asociados a parámetros como la morbilidad, mortalidad, crecimiento, peso al destete (Dwyer, 2003; Paranhos da Costa *et al.*, 2008). El crecimiento de los becerros amamantados es superior a aquel con fórmulas lácteas (Grøndahl *et al.*, 2007).

Reproducción de la vaca

La sensibilidad hipotalámica de la vaca postparto es afectada por la lactancia y el amamantamiento, lo cual demora la reanudación de la ciclicidad ovárica debido a las implicaciones de conducta, hormonales y nutricionales. El bloqueo de LH a consecuencia del amamantamiento es claro. Tanto en hembras de climas templados como tropicales, el amamantamiento prolonga el intervalo parto-ciclicidad ovárica (Short *et*

al., 1990; Henao *et al.*, 2000) y la amplitud de este intervalo se asocia con la intensidad del estímulo de la presencia de la cría y del amamantamiento (Bellows & Short, 1994).

La visión y el olfato materno son factores fundamentales para establecer el vínculo vaca-becerro y la consecuente inhibición de LH (Griffith & Williams, 1996). Dado que el amamantamiento y la lactancia cursan con secreción de prolactina y estrógeno, se pensó en efectos antigonadotrópicos y en un creciente *feed-back* negativo, respectivamente. Sin embargo, esto no pudo ser demostrado (Williams & Griffith, 1995). En un estudio con ovejas, la combinación de factores hormonales (estradiol y oxitocina), de conducta (visión, olfato) y la manipulación genital intensa indujo la conducta materna (Poindron *et al.*, 1988), sin embargo, los intentos en novillas han sido infructuosos (Williams *et al.*, 2001).

El destete permanente o temporal o aún el amamantamiento diferido pueden romper la unión madre-cría e inducir al reinicio de la ciclicidad ovárica. Luego de 2-6 días de removido el becerro, los pulsos de LH incrementan en frecuencia (Williams & Griffith, 1995). En vacas Charolaise y Simmental, el destete temporal por 72 horas entre los 60-80 días postparto permitió la aparición de celos entre 7-11 días después de la separación (Gallegos *et al.*, 2005). En vacas tropicales *Bos indicus* × *Bos taurus*, el destete temporal de 96 horas indujo a la expresión de celo $12,9 \pm 8,19$ horas después (Sotc-Belloso *et al.*, 1997). Sin embargo, el uso adecuado de la bioestimulación puede ayudar a disminuir el efecto negativo del amamantamiento (Landaeta-Hernández, 2005).

Producción y composición de la leche de la madre

En el ganado lechero especializado, las vacas no amamantan a sus becerros debido a normas de manejo y a una selección por escasa atención hacia su cría. De tal manera que otros estímulos han sido incorporados para generar la bajada de la leche (alimento, lavado, estimulación manual). En contraste, las vacas mestizas tropicales siguen siendo sensibles a la presencia de la cría en el ordeño y/o a los efectos del mameado. Diversos estudios reportan efecto positivo de la presencia del becerro y/o amamantamiento sobre la producción de leche, persistencia de la lactancia, contenido de grasa, temperamento de la vaca en el ordeño y salud de la ubre (Drescher, 2003, 2009; Fröberg *et al.*, 2007; Rojas *et al.*, 2008ab; González-Sedano *et al.*, 2010).

NEUROENDOCRINOLOGÍA DE LA CONDUCTA MATERNA

La neuroendocrinología de la conducta materna y sus variantes entre especies han sido estudiadas en roedores, perra, oveja, prosimios, simios y mujer. A nuestro conocimiento, los estudios científicos en neuroendocrinología de la conducta materna de vacunos son escasos, por lo que debido a su cercanía taxonómica y menor costo, normalmente se usan ovejas y roedores para comprender y aplicar su fisiología.

El parto es desencadenado por la síntesis y secreción de CRH (factor hipotalámico liberador de la corticotropina), ACTH (hormona adrenocorticotrópica) y en especial, por el cortisol de origen fetal (Levine, 1994). En tanto que, la conducta materna está en principio influenciada por un conjunto de hormonas esteroides (e.g., progesterona, estrógeno, testosterona y cortisol) (Sheehan & Numan, 2002; Gonzalez-Mariscal *et al.*, 2003; Mastorakos & Ilias, 2003) y finalmente, determinada por neuro-

hormonas (e.g., prolactina, oxitocina, arginina-vasopresina, colecistokinina, taquiquinina) (Mann, *et al.*, 1995; Caba, *et al.*, 1996; Sheehan & Numan, 1997) y neurotransmisores (e.g., dopamina, serotonina, óxido nítrico, β -endorfinas, glutamato, acetilcolina, noradrenalina, aspartato y GABA, -ácido gamma-aminobutírico-) (Hammer & Bridges, 1987; Levy, *et al.*, 1993; Keverne *et al.*, 1993; Numan *et al.*, 1993; Olazabal *et al.*, 2004; Popeski & Woodside, 2004; Lee & Gammie, 2007). La participación de este conjunto de hormonas, neurohormonas y neurotransmisores será descrita en los períodos preparto, parto y primeros días del postparto.

La longitud del período preparto está afectado por las hormonas que influyen la expresión de la conducta materna y varía entre especies (Baranczuk & Greenwald, 1974; Bridges & Mann, 1994). Durante el preparto, se activan en el cerebro materno receptores para hormonas esteroidales como $17\text{-}\beta$ estradiol (Sheehan & Numan, 2002), progesterona (Bridges & Dunckel, 1987) y testosterona (Leboucher, 1989), secretadas por la placenta, folículos del ovario materno y tejido luteal. A partir del tercio medio de la gestación, se hallan concentraciones crecientes de lactógeno placentario (Bridges, 1994) el cual tiene isoformas de prolactina y hormona de crecimiento (Robertson & Friesen, 1981).

La presencia de estas hormonas permite la preparación para el parto y la sensibilización nerviosa para la expresión de la conducta materna (Gonzalez-Mariscal, *et al.*, 1996; Bridges & Hays, 2005). En las ovejas, el $17\text{-}\beta$ estradiol aumenta en las primeras 24 horas preparto, luego debido a la expulsión de la placenta, disminuye hasta niveles basales en las primeras 4 horas postparto (Dwyer *et al.*, 2004). En contraste a lo reportado durante el ciclo estral, la población de receptores para $17\text{-}\beta$ estradiol en los núcleos paraventricular, supraóptico, área medial preóptica y amígdala (Meurisse *et al.*, 2005) se encuentra disminuida, mientras que la progesterona circulante disminuye entre 48 y 96 horas preparto.

Los receptores para progesterona se encuentran en el área medial preóptica, amígdala (Rosell, *et al.*, 2006) y los núcleos ventromedial, ventrolateral y arqueado (Foradori *et al.*, 2002), mientras que 95% de las neuronas del área medial preóptica y núcleo arqueado presentan receptores para $17\text{-}\beta$ estradiol y progesterona (Dufourny & Skinner, 2002). La testosterona afecta la expresión de la conducta materna (Fuller *et al.*, 1970) alterando la acción de la oxitocina (Korányi & Endröcz, 1987), mientras que en otras especies, los andrógenos son aromatizados a estrógeno y no afectan la conducta materna (Bridges & Russell, 1981).

Durante el parto, en los mamíferos, la alta concentración de cortisol provoca que el hipotálamo y lóbulo del hipocampo en el sistema límbico expresen receptores para oxitocina (Liberzon & Young, 1997). La simultánea disminución de progesterona, incremento del $17\text{-}\beta$ estradiol y estimulación vagino-cervical provocan la liberación de oxitocina (Kendrick *et al.*, 1991). Además de inducir la labor de parto (Blanks & Thornton, 2003), la presencia de oxitocina interviene en la expresión de la memoria social, memoria sexual y agresividad, que en conjunto componen la conducta materna y de protección a la cría (Neumann, 2008; Lee *et al.*, 2009).

En los días finales de la gestación, la presencia de receptores de prolactina en el área dorsal preóptica medial es inducida por progesterona (Bridges & Hays, 2005), a la vez que disminuye la concentración de lactógeno placentario (Wallace, 1993); 24 a 48

horas preparto, la adenohipófisis genera un incremento en los niveles de prolactina que declina hacia las 24 horas posparto (Batra *et al.*, 1982). A partir del posparto, los niveles de prolactina se mantendrán altos debido a la estimulación de la glándula mamaria por la cría y subsecuentemente, debido a la lactancia (Svennersten-Sjaunja & Olsson, 2005).

El área medial preóptica y el núcleo arqueado son regiones involucradas en la regulación de la conducta materna y secreción de prolactina, respectivamente (Anderson, *et al.*, 2006). La expresión de receptores de prolactina durante la lactancia ocurre en el hipotálamo, en sus áreas lateroanterior y ventrolateral (Augustine *et al.*, 2003), en el área ventromedial preóptica y en los núcleos paraventricular, supraóptico, supraquiasmático, ventromedial, corteza cerebral y sustancia negra (Pi & Grattan, 1999). Por otra parte, 17β estradiol y el amamantamiento de la cría incrementan los receptores de oxitocina en el área medial preóptica, septum lateral, núcleos centrales de la amígdala, núcleo paraventricular y núcleo de la estria terminal (Champagne *et al.*, 2001).

En referencia a la participación de neurotransmisores, la concentración de β -endorfina es elevada durante la gestación y cae en el parto, especialmente en el área medial preóptica (Bridges & Ronsheim, 1987). En esta estructura, la concentración de receptores μ -opioides se incrementa durante la gestación y hace un pico durante el parto (Hammer *et al.*, 1997). En la oveja, se expresan ARNm de preproencefalina y de oxitocina incrementándose durante el parto en el núcleo paraventricular (Broad *et al.*, 1993). En contraste, la β -endorfina en humanos se eleva en el parto solo en el plasma pero no en el líquido cefalorraquídeo (Fajardo *et al.*, 1994). Los neurotransmisores clásicos solo muestran un incremento en la liberación en asociación con el parto. En general, la activación del sistema noradrenérgico es reportado principalmente en hipotálamo, hipocampo y corteza (Glaser *et al.*, 1992).

En la oveja, aumenta la liberación de noradrenalina en las áreas del cerebro donde se encuentra la oxitocina (Da Costa *et al.*, 1996), lo que sugiere que los dos sistemas pueden cooperar en la inducción de la conducta materna. En humanos, un aumento de catecolaminas –en especial noradrenalina–, ha sido reportado en plasma y en líquido cefalorraquídeo (Ohno *et al.*, 1986). La colecistoquinina (CCK) promueve un incremento de β -endorfinas (Felicio *et al.*, 1991) y de receptores para CCK que promueve la conducta materna (Mann *et al.*, 1995). Por el contrario, cuando se inyecta la tachiquinina neuropeptido K en el núcleo ventral de hipotálamo se produce inhibición de la conducta materna (Sheehan & Numan, 1997). La dopamina regula por acción en los receptores D1 del área medial preóptica a las neuronas productoras de oxitocina neural en la conducta materna (Numan & Stolzenberg, 2009). La presencia de GABA en los núcleos paraventricular y amígdala promueve la agresividad para la protección de las crías (Lee & Gammie, 2007; Bosch *et al.*, 2007). Por su parte, el óxido nítrico también estimula la agresividad materna (Gammie *et al.*, 2000) y normalmente disminuye durante el parto, pero puede inhibir la expresión de la conducta materna durante el parto al interferir con la liberación de oxitocina (Okere *et al.*, 1996). En contraste, el aspartato y glutamato aumentan en el líquido cefalorraquídeo (Olofsson *et al.*, 1997).

CONCLUSIONES

En la vaca de genotipo tropical, el lugar del parto es importante porque puede o no favorecer el establecimiento del vínculo vaca-becerro. Un apropiado vínculo vaca-becerro mejora los índices de morbilidad y mortalidad perinatal. El efecto de la presencia del becerro como inconveniente para la reproducción puede ser obviado mediante estrategias de manejo (bioestimulación) y el diseño de instalaciones. La presencia del becerro en el ordeño tiene un efecto positivo sobre la docilidad de la vaca, la producción, la composición de la leche y la salud de la ubre.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson GM, Grattan DR, Van den Ancker W, Bridges RS. 2006. Reproductive experience increases prolactin responsiveness in the medial preoptic area and arcuate nucleus of female rats. *Endocrinol* 147: 4688-4694.
- Augustine RA, Kokay IC, Andrews ZB, Ladyman SR, Grattan DR. 2003. Quantitation of prolactin receptor mRNA in the maternal rat brain during pregnancy and lactation. *J Mol Endocrinol* 31: 221-32.
- Baranczuk R, Greenwald GS. 1974. Plasma levels of oestrogen and progesterone in pregnant and lactating hamsters. *J Endocrinol* 63: 125-35.
- Batra SK, Pahwa GS, Pandey RS. 1982. Hormonal milieu around parturition in buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Biol Reprod* 27:1055-61.
- Blanks AM, Thornton, S. 2003. The role of oxytocin in parturition. *BJOG* 110 (Suppl 20): 46-51.
- Bosch OJ, Neumann ID. 2008. Brain vasopressin is an important regulator of maternal behavior independent of dams' trait anxiety. *Proc Natl Acad Sci USA*. 105:1739-1744.
- Bridges RS. 1994. The role of lactogenic hormones in maternal behavior in female rats. *Acta Paediatr Suppl*. 397: 33-39.
- Bridges RS, Russell DW. 1981. Steroidal interactions in the Regulation of Maternal Behaviour in Virgin Female Rats: Effects of Testosterone, Dihydrotestosterone, Oestradiol, Progesterone and the Aromatase Inhibitor, 1,4,6-Androstatriene-3,17-Dione. *J Endocrinol* 90:31-40.
- Bridges RS, Dunckel PT. 1987. Hormonal regulation of maternal behavior in rats: stimulation following treatment with ectopic pituitary grafts plus progesterone. *Biol Reprod* 37:518-526.
- Bridges RS, Ronsheim PM. 1987. Immunoreactive beta-endorphin concentrations in brain and plasma during pregnancy in rats: possible modulation by progesterone and estradiol. *Neuroendocrinol* 45: 381-88.
- Bridges RS, Mann PE. 1994. Prolactin-brain interactions in the induction of maternal behavior in rats. *Psychoneuroendocrinol* 19: 611-622.
- Bridges RS, Hays LE. 2005. Steroid-induced alterations in mRNA expression of the long form of the prolactin receptor in the medial preoptic area of female rats: Effects of exposure to a pregnancy-like regimen of progesterone and estradiol. *Brain Res Mol Brain Res* 140: 10-16.
- Broad KD, Kendrick KM, Sirinathsinghi DJ, Keverne EB. 1993. Changes in pro-opiomelanocortin and pre-proenkephalin mRNA levels in the ovine brain during pregnancy,

- parturition and lactation and in response to oestrogen and progesterone. *J Neuroendocrinol* 5:711-719.
- Broom DM, Leaver JD. 1977. Mother-young interactions in dairy cattle. *British Vet J* 133-141.
- Büttow V, de Souza C, Goncalves E, Rech J, Rutz F, Burkert F. 2006. Comportamiento Animal. Conceitos e Técnicas de estudo. Universidad Federal de Pelotas. Brasil. pp. 103.
- Caba M, Silver R, González-Mariscal G, Jiménez A, Beyer C. 1996. Oxytocin and vasopressin immunoreactivity in rabbit hypothalamus during estrus, late pregnancy, and postpartum. *Brain Res* 720:7-16.
- Cavendish M. 2007. Exploring Mammals. Marshall Cavendish Corporation. China. p 846-847.
- Champagne F, Diorio J, Sharma S, Meaney MJ. 2001. Naturally occurring variations in maternal behavior in the rat are associated with differences in estrogen-inducible central oxytocin receptors. *Proc Natl Acad Sci USA* 98: 12736-1241.
- Chenoweth PJ, Landaeta-Hernández AJ. 1998. Maternal and reproductive behavior of livestock. Cap 5 En: Genetics and the Behavior of Domestic Animals. Grandin T (ed). Academic Press California, USA. P 145-165.
- Da Costa AP, Guevara-Guzman RG, Ohkura S, Goode JA, Kendrick KM. 1996. The role of oxytocin release in the paraventricular nucleus in the control of maternal behaviour in the sheep. *J Neuroendocrinol*. 8: 163-177.
- Drescher K. 2003. Efecto de dos modalidades de ordeño y oxitocina sobre la producción y composición de la leche en vacas de doble propósito en el trópico. Trabajo de Ascenso. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. p. 110.
- Drescher K, Saddy J, Uzcátegui W. 2009. Evaluación de la cantidad de leche vendible y total bajo diferentes modalidades de amamantamiento restringido en vacas doble propósito. *Zoot Tropical* 27: 39-47.
- Dufourny L, Skinner DC. 2002. Progesterone receptor, estrogen receptor alpha, and the type II glucocorticoid receptor are coexpressed in the same neurons of the ovine preoptic area and arcuate nucleus: a triple immunolabeling study. *Biol Reprod* 67:1605-1612.
- Dwyer C. 2003. Behavioral development in the neonatal and birth-related factors. *The riogenology* 59: 1027-1050.
- Dwyer CM, Gilbert CL, Lawrence AB. 2004. Prepartum plasma estradiol and postpartum cortisol, but not oxytocin, are associated with interindividual and breed differences in the expression of maternal behaviour in sheep. *Horm Behav* 46: 529-543.
- Edwards SA, Broom DM. 1982. Behavioural interactions of dairy cows with their newborn calves and the effects of parity. *Anim Behav* 30: 525-535.
- Fajardo MC, Florido J, Villaverde C, Oltras CM, González-Ramírez AR, González-Felicio LF, Mann PE, Bridges RS. 1991. Intracerebroventricular cholecystokinin infusions block beta-endorphin-induced disruption of maternal behavior. *Pharmacol Biochem Behav* 39:201-204.
- Ferrer JM, Barboza M, Luzardo JL, Soto N, Landaeta A, Aranguren JA, Alvarado M. 1995. Morbilidad y mortalidad em becerros mestizos Holstein. *Rev Científica FCV-LUZ* V: 33-40.
- Flower F, Weary D. 2001. Effects of early separation on the dairy cow and calf: 2. Separation at 1 day and 2 weeks after birth. *Appl Anim Behav Sci* 70: 275-284.

- Foradori CD, Coolen LM, Fitzgerald ME, Skinner DC, Goodman RL, Lehman MN. 2002. Colocalization of progesterone receptors in parvicellular dynorphin neurons of the ovine preoptic area and hypothalamus. *Endocrinol* 143:4366-4374.
- Franke DE, Combs Jr GE, Burns WC, Thatcher, WW. 1975. Neonatal health status in Brahman calves and blood components. *J Anim Sci* 40: 193 (abst).
- Fraser AF, Broom DM. 1990. Maternal behaviour, Cap 24 In: Fraser AF, Broom DM. (Ed) *Farm Animal Behaviour and Welfare*. Bailliere Tindall, UK. P 219-226.
- Fuller B, Zarrow MX, Anderson CO, Denenberg VH. 1970. Testosterone propionate during gestation in the rabbit: Effect on subsequent maternal behaviour. *J Reprod Fertil* 23:285-290.
- Fröberg S, Aspegren-Güldorff A, Olsson I, Marin B, Berg C, Hernández C, Galina CS, Lidfors L, Svennersten-Sjaunja K. 2007. Effect of restricted suckling on milk yield, milk composition and udder health in cows and behaviour and weight gain in calves, in dual-purpose cattle in the tropics. *Trop Anim Health Prod* 39: 71-81.
- Gallegos M, Gil L, González N, Martínez F, Rodríguez P, Quintero J. 2005. Efecto del destete temporal en la presentación del primer estro postparto en ganado bovino productor de carne amamantando. *Agrofaz España* 5: 831-836.
- Glaser J, Russell VA, Taljaard JJ. 1992. Rat brain hypothalamic and hippocampal monoamine and hippocampal beta-adrenergic receptor changes during pregnancy. *Brain Res* 577: 293-299.
- Gammie SC, Olaghere-da Silva UB, Nelson RJ. 2000. 3-bromo-7-nitroindazole, a neuronal nitric oxide synthase inhibitor, impairs maternal aggression and citrulline immunoreactivity in prairie voles. *Brain Res* 870:80-86.
- González-Mariscal G, Melo AI, Jimenez P, Beyer C, Rosenblatt JS. 1996. Estradiol, progesterone, and prolactin regulate maternal nest-building in rabbits. *J Neuroendocrinol* 8: 901-907.
- González-Mariscal G, Jimenez P, Beyer C, Rosenblatt J. S. 2003. Androgens stimulate specific aspects of maternal nest-building and reduce food intake in rabbits. *Horm Behav.* 43:312-317.
- González-Sedano M, Marín-Mejía B, Maranto MI, Leme de Magalhães-Labarthe AC, Alonso-Díaz MA. 2010. Effect of residual calf suckling on clinical and sub-clinical infections of mastitis in dual-purpose cows: epidemiological measurements. *Res Vet Sci* 89: 362-366.
- Grøndahl AM, Skancke EM, Mejdell CM, Jansen JH. 2007. Growth rate, health and welfare in a dairy herd with natural suckling until 6-8 weeks of age: a case report. *Act Vet Scand* 49: 16.
- Hammer RP Jr, Bridges RS. 1987. Preoptic area opioids and opiate receptors increase during pregnancy and decrease during lactation. *Brain Res* 420:48-56.
- Hammer RPJ, Mateo AR, Bridges RS. 1997. Hormonal regulation of medial preóptico mu-opiate receptor density before and after parturition. *Neuroendocrinol* 56:38-45.
- Hentges JF, Morantes G. 1985. Factores que afectan el vigor del ternero recién nacido y la respuesta al amamantamiento en la raza Brahman. *Proc XIX Ann Conf Livest and Poultry in LA University of Florida, Gainesville. USA.* May 5-10. PP D 15-27.
- Haupt KA. 2011. Maternal behavior. Cap 5 En: *Domestic Animal Behaviour for Veterinarians and Animal Scientists*. Haupt KA. (ed) 5^{ta} Edición. Wiley-Blackwell Publishing. Iowa. USA. p. 135-170.

- Kendrick KM, Keverne EB, Hinton MR, Goode JA. 1991. Cerebrospinal fluid and plasma concentrations of oxytocin and vasopressin during parturition and vaginocervical stimulation in the sheep. *Brain Res Bull* 26:803-807.
- Keverne EB, Levy F, Guevara-Guzman R, Kendrick KM. 1993. Influence of birth and maternal experience on olfactory bulb neurotransmitter release. *Neuroscience* 56:557-565.
- Korányi L, Endrőczy E. 1987. Changes in serum corticosterone and testosterone during induced maternal behavior in rats. *Acta Physiol Hung* 69:33-42.
- Landaeta AJ, Chenoweth PJ, Verde O, Ferrer JM, Barboza M, Soto N, Moreno T. 1997. Neonatal weakness and its sequelae in tropical crossbred calves. *Arch Latinoam Prod Anim* 5 (Suppl): 500-502.
- Landaeta-Hernández AJ, Rae DO, Archbald LF. 2002. Aspectos genéticos de la debilidad al nacer en becerros Brahman. En: *Avances en la Ganadería Doble Propósito*. González-Stagnaro C, Soto-Belloso E, Ramírez-Iglesia L (eds). Ediciones Astro-Data S.A. Maracaibo-Venezuela. Sec II Cap 7: 117-132.
- Landaeta-Hernández AJ. 2005. La conducta animal, repercusiones y aplicaciones. Cap 4. En: *Manual de la Ganadería Doble Propósito*. González-Stagnaro C, Soto-Belloso E. (eds). Ediciones Astro-Data S.A. Maracaibo-Venezuela. P424-429.
- Leboucher G. 1989. Maternal behavior in normal and androgenized female rats: effect of age and experience. *Physiol Behav* 45: 313-319.
- Lee G, Gammie SC. 2007. GABA enhancement of maternal defense in mice: Possible neural correlates. *Pharmacol Biochem Behav* 86:176-187.
- Lee HJ, Macbeth AH, Pagani JH, Young WS. 2009. Oxytocin: the great facilitator of life. *Prog Neurobiol* 88:127-151.
- Lehman MN. 2002. Localization of progesterone receptors in parvocellular dynorphin neurons of the ovine preoptic area and hypothalamus. *J. Endocrinol* 143:4366-4374.
- Levine S. 1994. The ontogeny of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis. The influence of maternal factors. *Ann NY Acad Sci* 746:275-288.
- Levy F, Guevara-Guzman R, Hinton MR, Kendrick KM, Keverne EB. 1993. Effects of parturition and maternal experience on noradrenaline and acetylcholine release in the olfactory bulb of sheep. *Behav Neurosci* 107:662-668.
- Liberzon I, Young EA. 1997. Effects of stress and glucocorticoids on CNS oxytocin receptor binding. *Psychoneuroendocrinology* 22:411-422.
- Loberg J, Hernández C, Thierfelder T, Jensen M, Berg Ch, Lidfors L. 2008. Weaning and separation in two steps- A way to decrease stress in dairy calves suckled by foster cows. *Appl Anim Behav Sci* 111: 222-234
- Mann PE, Felicio LF, Bridges RS. 1995. Investigation into the role of cholecystokinin (CCK) in the induction and maintenance of maternal behavior in rats. *Horm Behav* 29:392-406.
- Mastorakos G, Ilias I. 2003. Maternal and fetal hypothalamic-pituitary-adrenal axes during pregnancy and postpartum. *Ann NY Acad Sci* 997:136-149.
- Meurisse M, González A, Delsol G, Caba M, Levy F, Poindron P. 2005. Estradiol receptor- α expression in hypothalamic and limbic regions of ewes is influenced by physiological state and maternal experience. *Horm Behav* 48: 34-43.
- Neumann ID. 2008. Brain oxytocin: a key regulator of emotional and social behaviours in both females and males. *J Neuroendocrinol* 20:858-865.

- Numan M, Numan MJ, English JB. 1993. Excitotoxic amino acid injections into the medial amygdala facilitate maternal behavior in virgin female rats. *Horm Behav* 27: 56-81.
- Ohno H, Yamashita K, Yahata T. 1986. Maternal plasma concentrations of catecholamines and cyclic nucleotides during labor and following delivery. *Res Commun Chem Pathol Pharmacol* 51:183-194.
- Okere CO, Higuchi T, Kaba H, Russell JA, Okutani F, Takahashi S, Murata T. 1996. Nitric oxide prolongs parturition and inhibits maternal behavior in rats. *Neuroreport* 7:1695-1699.
- Olazabal DE, Abercrombie E, Rosenblatt JS, Morrell JI. 2004. The content of dopamine, serotonin, and their metabolites in the neural circuit that mediates maternal behavior in juvenile and adult rats. *Brain Res Bull* 63:259-268.
- Olofsson C, Ekblom A, Ekman-Ordeberg G. 1997. Increased cerebrospinal fluid concentration of aspartate but decreased concentration of nitric oxide breakdown products in women experiencing visceral pain during active labour. *NeuroReport* 8:995-998.
- Paranhos da Costa P, Schmedek A, Toledo I. 2008. Mother-offspring interactions in Zebu cattle. *Reprod Dom Anim* 43: 216 -216.
- Phillips, C. 2002. Social behavior. Chapter 9. In: *Cattle Behaviour and Welfare 2nd edition*. Phillips, C. (ed). Blackwell Publishing. Oxford UK. Pp264.
- Pi XJ, Grattan DR. 1999. Increased prolactin receptor immunoreactivity in the hypothalamus of lactating rats. *J Neuroendocrinol* 11:693-705.
- Poindron P, Levy F, Krehbiel D. 1988. Genital, olfactory and endocrine interactions in the development of maternal behaviour in the parturient ewe. *Psychoneuro-endocrinology* 13: 99-125.
- Popeski N, Woodside B. 2004. Central nitric oxide synthase inhibition disrupts maternal behavior in the rat. *Behav Neurosci* 118:1305-1316.
- Robertson MC, Friesen HG. 1981. Two form of rat placental lactogen revealed by radioimmunoassay. *Endocrinol* 108:2388-2390.
- Rojas J, Drescher K, Perozo D, Tesorero M. 2008a. Efecto de la modalidad de ordeño en vacas cruzadas en el trópico: 1. Producción de la leche. *Rev Científica FCV-LUZ*. XVIII (Suppl 1): 483.
- Rojas J, Drescher K, Perozo D, Tesorero M. 2008b. Efecto de la modalidad de ordeño en vacas cruzadas en el trópico: 2. Grasa en leche. *Rev Científica FCV-LUZ*. XVIII (Suppl 1): 483.
- Roselli CE, Resko JA, Stormshak F. 2006. Expression of steroid hormone receptors in the fetal sheep brain during the critical period for sexual differentiation. *Brain Res* 1110:76-80.
- Sheehan TP, Numan M. 1997. Microinjection of the tachykinin neuropeptide K into the ventromedial hypothalamus disrupts the hormonal onset of maternal behavior in female rats. *J Neuroendocrinol* 9:677-687.
- Sheehan T, Numan M. 2002. Estrogen, progesterone, and pregnancy termination alter neural activity in brain regions that control maternal behavior in rats. *Neuroendocrinol* 75:12-23.
- Soto-Belloso E, Portillo G, Ramírez L, Soto G, Rojas N, Cruz-Arámbulo R. 1997. Efecto del destete por 96 horas sobre la inducción del celo y fertilidad en vacas mestizas acélicas. *Arch Latinoam Prod Anim* 5 (Supl. 1): 359-361

Stehulová I, Lidfors L, Spinka M. 2008. Response of dairy cows and calves to early separation: Effect of calf age and visual and auditory contact after separation. *Appl Anim Behav Sci* 110: 144-165.

Svennersten-Sjaunja K, Olsson K. 2005. Endocrinology of milk production. *Dom Anim Endocrinol* 29: 241-258.

Von Keyserlingk M, Weary D. 2007. Maternal behavior in cattle. *Horm Behav* 52: 106-113.

Wallace CR. 1993. Concentration of bovine placental lactogen in dairy and beef cows across gestation. *Dom. Anim. Endocrinol.* 10:67-70.