

Anestro postparto y alternativas de manejo del amamantamiento en vacas de doble propósito en trópico

P. Pérez Hernández ¹, C. Sánchez del Real ², J. Gallegos Sánchez ¹ *

¹ Colegio de Postgraduados, Especialidad de Ganadería, Km 35,5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Edo. de México, (México)

² Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo. (México)
gallegos@colpos.colpos.mx

RESUMEN

La duración del anestro postparto es una de las principales causas que afecta la eficiencia reproductiva y productiva de las explotaciones bovinas de doble propósito en las regiones tropicales. Su duración se incrementa por efecto del amamantamiento y la presencia continua del becerro, al inhibir la secreción de GnRH y LH. Existen evidencias que indican que la FSH y el desarrollo folicular, no limitan el restablecimiento de la actividad reproductiva postparto. Se sabe que el amamantamiento inhibe la secreción de GnRH en hipotálamo porque incrementa los efectos negativos de los opioides endógenos y del estradiol en hipotálamo e hipófisis. En ganado bovino de doble propósito, el amamantamiento restringido y la separación del estímulo del amamantamiento 8 h después de la ordeña (amamantamiento retrasado), son algunas opciones de manejo que pueden utilizar los productores para disminuir la duración del anestro postparto. Sin embargo, con el amamantamiento restringido se disminuye el desarrollo del becerro a menos de que se proporcione una adecuada complementación con forraje de buena calidad y concentrado. Por el contrario, el amamantamiento retrasado, mejora la ganancia de peso de los becerros sin necesidad de alimentación adicional.

PALABRAS CLAVE: Rejegería
Bos taurus *Bos indicus*
Bovinos
Rumiantes
Crianza de becerros
Producción de leche

INTRODUCCIÓN

En las regiones tropicales de México se encuentra el 46 % del ganado bovino, y la mayoría de los productores (64 %) manejan sus animales en el sistema de «Doble Propó-

* Autor para correspondencia

Recibido: 23-1-01

Aceptado para su publicación: 17-08-01

sito» o «Rejeguera». La ganadería tropical aporta 20 y 40 % respectivamente, de la leche y carne consumida en el país (Román, 1995). De esta cantidad, la mayor parte de la leche y cerca del 50 % de la carne, se produce por animales manejados en el sistema de doble propósito. Para que este tipo de ganadería sea rentable, la vaca debe tener un intervalo entre partos de 12 a 13 meses, destetar un becerro por vaca cada año y producir una cantidad adecuada de leche para su venta. Para lograr el primer objetivo, las vacas deben restablecer su actividad ovárica cíclica entre 65 y 85 días después del parto, con la finalidad de tener al menos dos oportunidades de servir las y que conciban entre 85 y 115 días postparto. Obtener un parto por vaca cada año en los hatos de doble propósito, es difícil de lograr con las condiciones actuales de manejo extensivo de los animales, ya que son causa de prolongados períodos de anestro postparto, una inadecuada detección de estros y la necesidad de varios servicios por concepción. Esto se refleja en tasas anuales de parición de 45 a 55 % (Román, 1995) e intervalos entre partos promedio mayores a 540 días (Villa y Arreguín, 1993). La duración del anestro postparto en tales condiciones se prolonga hasta 150-250 días (Santos *et al.*, 1995; Ruiz-Cortés y Olivera-Ángel, 1999; Villagómez *et al.*, 1999) y es el principal factor que afecta el intervalo entre partos (Williams *et al.*, 1996; Ruiz-Cortés y Olivera-Ángel, 1999).

Para que las vacas restablezcan sus ciclos estrales después del parto, deben superar los efectos negativos que ejercen la gestación y el parto en el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas; pero sobre todo, el efecto inhibitorio de la presencia constante del becerro y su amamantamiento, al inhibir la secreción pulsátil de la Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRH) y la Hormona Luteinizante (LH), lo cual impide el desarrollo folicular y la ovulación de los folículos dominantes. En este trabajo, se describen los factores que afectan la fertilidad postparto de las vacas y los principales cambios endocrinos del anestro postparto. Se hace especial énfasis en el amamantamiento, sus efectos en el período postparto; en el desarrollo folicular; el mecanismo por el cual inhibe la actividad reproductiva y las alternativas de su manejo para mejorar la eficiencia reproductiva y productiva de las explotaciones bovinas de doble propósito en el trópico.

ANESTRO POSTPARTO

Después del parto, las vacas tienen limitada su capacidad de concebir por un tiempo variable. Su duración depende de la involución uterina, el anestro postparto y los cuerpos lúteos de vida media corta. La primera que tiene una duración promedio de 25-32 días (Toribio *et al.*, 1995), no representa problema para las vacas de doble propósito, pues raramente ovulan y presentan estro antes de 40 días postparto (Ruiz-Cortés y Olivera-Ángel, 1999).

La primera ovulación postparto de la mayoría de las vacas productoras de carne que amamantan a su becerro no se acompaña de conducta de estro (Werth *et al.*, 1996), y frecuentemente es seguido por un cuerpo lúteo de vida media corta (Werth *et al.*, 1996; Yavas *et al.*, 1999). Se ha reportado que los cuerpos lúteos de vida media corta se presentan en la mayoría de las vacas productoras de carne (66-100 %; Stagg *et al.*, 1995), de manera independiente de la duración del anestro (Mukasa-Mugerwa *et al.*, 1991); y se caracterizan porque el cuerpo lúteo que se forma es pequeño, secreta menor cantidad de progesterona (Yavas *et al.*, 1999), responde en menor grado a las gonadotropinas y sólo presentan

una oleada folicular (Stagg *et al.*, 1995; Yavas *et al.*, 1999). Estos ciclos estrales cortos, son una de las principales causas de la baja tasa de concepción a primer servicio en vacas con baja condición corporal (Stagg *et al.*, 1995), cuando se induce la ovulación con el destete del becerro (Yavas y Walton, 2000) o con la administración de hCG (Yavas *et al.*, 1999).

En la mayoría de los mamíferos, después del parto, el estímulo del amamantamiento de la cría induce un período sin ciclos estrales, conocido como anestro postparto, cuya finalidad es permitir que la madre se recupere de los efectos de la preñez y que asegure la supervivencia de su cría (McNeilly, 1997). Durante este período, el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas-útero debe recuperarse en su total funcionamiento, para que se instale la nueva gestación. La extensión de este período con frecuencia resulta en pérdidas económicas para los productores y es responsable, en parte, de la baja eficiencia reproductiva de las vacas de doble propósito en el trópico (Villa y Arreguín, 1993; Williams *et al.*, 1996).

AMAMANTAMIENTO Y PERÍODO POSTPARTO

De los factores que afectan al período de anestro postparto en vacas cebú y *Bos taurus* - *Bos indicus* de doble propósito en trópico, el amamantamiento y la nutrición son los que ejercen los mayores efectos negativos (Toribio *et al.*, 1995; Villagómez *et al.*, 1999; Das *et al.*, 1999). En vacas a las que el becerro se separa de su madre a los pocos días de edad, los ciclos estrales se reinician entre la segunda y tercera semana postparto (Toribio *et al.*, 1995; Henao *et al.*, 2000), sin embargo, en vacas que amamantan a su becerro, esto sucede hasta los 35-60 d postparto en vacas productoras de carne (Gazal *et al.*, 1999) o hasta después de los 150 días postparto en vacas de doble propósito (Villagómez *et al.*, 1999; Ruiz-Cortés y Olivera-Ángel, 1999).

Por lo anterior, la interacción de la vaca con su becerro es importante para determinar la duración del anestro postparto. Al respecto, se ha observado que: 1) Vacas cuyos becerros se destetan o que amamantan a un becerro ajeno, ovulan más pronto que vacas con becerro propio (Silveira *et al.*, 1993); 2) La presencia del becerro sin mamar retrasa la primera ovulación postparto (Hoffman *et al.*, 1996); 3) La presencia del becerro sin mamar, mientras otro becerro ajeno mama a la madre, prolonga el anestro postparto de manera similar a vacas que son amamantadas por su propio becerro (Lamb *et al.*, 1997); 4) La denervación de la glándula mamaria no disminuye el anestro postparto; 5) Un período de 24 horas de contacto entre vaca y cría después del parto es suficiente para que se establezca la unión vaca-becerro (Viker *et al.*, 1993); 6) La estimulación del área inguinal durante el intento de amamantamiento de un becerro propio (Viker *et al.*, 1993; Stevenson *et al.*, 1994) o un becerro ajeno (Lamb *et al.*, 1997) prolonga el anestro postparto. Estas observaciones indican que la falta de ovulación después del parto no depende únicamente de señales somatosensoriales causadas a la glándula mamaria por el becerro (Williams *et al.*, 1993 y 1996), sino que existen otros factores, como la visión, el olfato o la sola presencia física del becerro, que son capaces de inhibir la actividad reproductiva postparto (Griffith y Williams, 1996; Stagg *et al.*, 1998).

AMAMANTAMIENTO Y CRECIMIENTO FOLICULAR

El crecimiento de folículos hasta el tamaño de ovulatorio se inicia poco después del parto con la formación del primer folículo dominante. Éste es detectado por ultrasonografía entre 7 y 10 días postparto en vacas productoras de leche (Savio *et al.*, 1990), entre 10 y 15 días en vacas productoras de carne (Kamimura *et al.*, 1994; Stagg *et al.*, 1995), entre 6 y 10 días en vacas cebú con becerro destetado al parto (Toribio *et al.*, 1995) y entre 26 y 78 días en vacas cebú manejadas de manera extensiva en la zona tropical (Ruiz-Cortés y Olivera-Ángel, 1999). Un bajo porcentaje (11 a 50 %) de estos primeros folículos dominantes ovulan en vacas productoras de carne contra cerca de 70 % en vacas productoras de leche (Savio *et al.*, 1990); estimándose que, antes de la primera ovulación postparto, se presentan en promedio de 2,7 a 3,4 folículos dominantes (Kamimura *et al.*, 1994) y 6,8 a 10,6 ondas de crecimiento folicular (Stagg *et al.*, 1995). Estos resultados indican que el extenso período parto a primera ovulación se debe a un fallo en la ovulación de los primeros folículos dominantes (Ruiz-Cortés y Olivera-Ángel, 1999; Henao *et al.*, 2000). No se conocen claramente los factores involucrados en el desarrollo final de los folículos pre-ovulatorios; pero la ovulación del primer folículo dominante puede inducirse mediante la administración de un análogo de GnRH (Crowe *et al.*, 1993) o el destete del becerro al parto en vacas cebú (Toribio *et al.*, 1995; Henao *et al.*, 2000).

MECANISMO POR LOS CUALES EL AMAMANTAMIENTO PARTICIPA EN LA INHIBICIÓN DE LA ACTIVIDAD REPRODUCTIVA POSTPARTO

La principal limitación para el restablecimiento de los ciclos estrales postparto en la vaca es la baja secreción de GnRH y LH. Se ha observado que el amamantamiento y la presencia constante del becerro disminuyen la liberación de GnRH y LH, y de esta manera prolongan el anestro postparto; por el contrario, el destete del becerro incrementa la liberación de GnRH (Gazal *et al.*, 1998), y por lo tanto la frecuencia y amplitud de los pulsos de LH (Griffith y Williams, 1996; Yavas y Walton, 2000).

Por lo anterior, se sugiere que el estímulo del amamantamiento actúa sobre hipotálamo disminuyendo la liberación de GnRH, lo que a su vez provoca menor secreción de LH (Zalesky *et al.*, 1990; Yavas y Walton, 2000). La administración de naloxone (antagonista de opioides), al principio del período postparto, incrementa la frecuencia de pulsos de LH (Ahmadzadeh *et al.*, 1998) y disminuye la duración del anestro postparto (Stevenson *et al.*, 1997). La respuesta a la administración de naloxone, varía en vacas con o sin becerro; observándose mayor respuesta en vacas con becerro con respecto a vacas sin becerro. A su vez, la remoción del becerro, por 48 h al día 30 postparto, disminuye la concentración de β -endorfinas en hipotálamo (Connor *et al.*, 1990). Las anteriores observaciones aunadas a que se ha reportado una correlación negativa entre la concentración de β -endorfinas con la concentración de LH del parto a la primera ovulación, y una correlación positiva con el intervalo postparto (Osawa *et al.*, 1998), sugieren que los opioides actúan de manera directa en las neuronas productoras de GnRH, afectando la liberación de GnRH y de esta manera en forma indirecta regulan la secreción de LH. Algunas observaciones adicio-

nales que apoyan la sugerencia anterior son: 1) Existe asociación neural entre las neuronas productoras de GnRH y las neuronas productoras de opioides, 2) La administración de morfina, agonista de estos opioides, disminuye la concentración de LH después de la separación del becerro, y 3) La administración de antagonistas de opioides, incrementa en seis veces la expresión de la proteína c-fos en neuronas GnRH (Boukhliq *et al.*, 1999). Sin embargo, no se conoce si la liberación de los opioides endógenos dentro del hipotálamo actúa a nivel presináptico por liberar catecolaminas o directamente en la neurona productora de GnRH.

Recientemente se reportó que naloxone no tiene efecto al principio del período postparto, y esto no se debe a falta de receptores para opioides (De Rensis *et al.*, 1999), lo cual sugiere que vías independientes a los opioides participan en la inhibición de la secreción de GnRH y LH. Algunas de estas vías potenciales pueden ser los sistemas de neurotransmisores, como GABA, catecolaminas, oxitocina y vasopresina (Chieng y Williams, 1998).

También se ha propuesto que el amamantamiento y la presencia continua del becerro con la vaca, ejercen su acción vía la secreción de estradiol (García-Winder *et al.*, 1984; Zalesky *et al.*, 1990). Estos autores sugieren que el amamantamiento del becerro incrementa la sensibilidad del hipotálamo a la retroalimentación negativa del estradiol producido por el ovario, resultando en baja secreción de LH. A medida que el período postparto transcurre, el pulso generador de GnRH se vuelve menos sensible al estímulo del amamantamiento (García-Winder *et al.*, 1984), pues se escapa de los efectos de retroalimentación negativa de estradiol. Esto resulta en incremento en secreción pulsátil de LH, surgimiento del pico preovulatorio de LH y ovulación.

La mayoría de la evidencia indica que la FSH (Crowe *et al.*, 1998; Stagg *et al.*, 1998) y el desarrollo folicular en el ovario no limitan el restablecimiento de la actividad reproductiva postparto (Toribio *et al.*, 1995; Villagómez *et al.*, 1999; Yavas y Walton, 2000).

A pesar de que la concentración de prolactina es mayor en vacas con becerro que en vacas sin becerro; y su liberación se induce por el amamantamiento de un becerro propio o ajeno (Silveira *et al.*, 1993), no se ha podido demostrar que esta hormona participe en la inhibición de la actividad reproductiva postparto de la vaca (Williams *et al.*, 1996; Yavas y Walton, 2000).

La concentración de cortisol disminuye a medida que el período postparto transcurre y su secreción no depende del amamantamiento (Stevenson *et al.*, 1994), ni requiere estimulación de la ubre, pues la sola presencia del becerro sin mamar la incrementa en vacas con ubre intacta (Hoffman *et al.*, 1996) o mastectomizadas (Stevenson *et al.*, 1994). Debido a que el cortisol disminuye la secreción de LH, se ha sugerido que esta hormona participa en la inhibición de la secreción de LH durante el período postparto en vacas con becerro. Sin embargo, algunos autores han concluido que la modulación negativa de LH por el amamantamiento no es regulada por cortisol (Yavas y Walton, 2000).

La oxitocina, que se libera durante el proceso del amamantamiento, se aumenta con el sólo contacto inguinal (Stevenson *et al.*, 1994), y se libera en mayor cantidad cuando el becerro que mama es propio becerro con respecto a si el becerro es ajeno (Silveira *et al.*, 1993). Sin embargo, no se conoce el efecto de esta diferente secreción de oxitocina en vacas con becerro propio o ajeno. La concentración de IGF-1 es mayor en vacas productoras de carne a las que se les separa su becerro a los 18 d de edad (Ryan *et al.*, 1994; Lamb *et al.*, 1999), pero no se ha encontrado relación entre la concentración de IGF-1 con la duración del anestro postparto, a pesar de que las concentraciones de IGF-1 están correlacionados con la frecuencia de pulsos de LH (Zurek *et al.*, 1995).

En resumen, para que la vaca presente su primera ovulación postparto, es necesario que ésta recupere la funcionalidad total de su eje reproductivo (hipotálamo-hipófisis-gónadas-útero). Esto implica: 1) Que se llenen los depósitos de LH en hipófisis; 2) Se realice la involución uterina y el reinicio del crecimiento folicular. Estos requisitos se cumplen en las primeras 3-4 semanas postparto; sin embargo, posteriormente el estímulo del amamantamiento del becerro incrementa la sensibilidad del hipotálamo a la retroalimentación negativa del estradiol, lo que causa una baja frecuencia en la secreción de GnRH y LH. La mayoría de la evidencia indica que esto se realiza vía los opioides endógenos; sin embargo, puede involucrar la participación de neuronas dopaminérgicas en hipotálamo y la secreción de oxitocina.

ALTERNATIVAS DE MANEJO DEL AMAMANTAMIENTO PARA REDUCIR EL ANESTRO POSTPARTO EN VACAS DE DOBLE PROPÓSITO

Debido a los marcados efectos negativos del amamantamiento en el restablecimiento de la actividad reproductiva postparto su regulación representa una opción viable para reducir el anestro postparto.

Son varias las opciones de manipulación del amamantamiento que se han investigado. Sin embargo, debido a las características de manejo extensivo de los animales, el tipo de ganado predominante (cebú y sus cruza con Holstein, Suizo Pardo y Simental) y los objetivos de producción (carne y leche) de las vacas de doble propósito en trópico, han hecho que el destete definitivo o precoz del becerro, el destete temporal por 48-72 h, la restricción del amamantamiento y el amamantamiento retrasado sean las alternativas que el productor puede adoptar para reducir el anestro postparto.

Destete Precoz (DP)

La edad habitual de destete en este sistema oscila entre los seis y ocho meses. El destete precoz consiste en retirar al becerro antes de esa edad pudiendo ser al parto (Escobar *et al.*, 1984; Toribio *et al.*, 1995), entre 30 a 40 días después del parto o más tarde (Rodríguez *et al.*, 1995; Bell *et al.*, 1998). El destete de los becerros a los 4 d de edad, disminuyó ($p < 0,05$) el período parto concepción e intervalo entre partos de 200,4 y 490,1 \pm 83,3 d, respectivamente, en vacas con amamantamiento tradicional a 118,7 y 380,0 \pm 47,7 d en vacas con destete precoz. En vacas cebú, cuyos becerros se destetaron inmediatamente después del parto presentaron su primer estro con duración normal (18 a 22 d) entre 16 y 48 d postparto (Toribio *et al.*, 1995). A su vez, cuando el becerro se destetó a los 30 d de edad, el intervalo parto primer estro se disminuyó ($p < 0,001$) a 43 \pm 10 d, comparado con 72 \pm 9 d en vacas cuyos becerros tuvieron un dispositivo en la nariz que les impedía mamar y 133 \pm 11 d en vacas con amamantamiento constante (Mukasa-Mugerwa *et al.*, 1991). Recientemente, se ha indicado que el destete de los becerros de vacas Brahman, a los 28 \pm 10 d de edad, redujo ($p < 0,01$) el intervalo parto primera ovulación y primer estro (34,8 \pm 5,81 y 41,2 \pm 9,03 d) comparado con vacas con amamantamiento continuo (65,0 \pm 4,82 y 81,0 \pm 6,21 d; Henao *et al.*, 2000). Los resultados anteriores, muestran que

eliminar completamente los efectos negativos del amamantamiento y la presencia del becerro, mediante el destete precoz, disminuye el período parto primer estro, parto concepción e intervalo entre partos; debido a que el destete realizado inmediatamente después del parto permite el crecimiento folicular, la secreción de estradiol, ovulación y estro (Toribio *et al.*, 1995; Henao *et al.*, 2000).

La adopción del destete precoz, por los productores de bovinos de doble propósito, ha sido limitada por factores como, mayor necesidad de manejo de los animales, menor peso de los becerros al destete, mayor mortalidad de los becerros, formación de ciclos estrales cortos, disminución en la duración de la lactancia y producción de leche de las vacas. Si embargo, el destete precoz, puede realizarse en explotaciones con mayor nivel tecnológico y con vacas con menores características cebuínas que no requieran del apoyo del becerro para la eyección de la leche durante la ordeña.

Destete temporal

En esta modalidad de amamantamiento, el becerro a los 30, 60 ó 90 días de edad, se separa de la madre por períodos variables (48, 72 ó 96 h). Esta separación del becerro de su madre, incrementa la secreción de LH e induce la ovulación y el estro (Williams *et al.*, 1993). Así, en vacas cebú con 90 d postparto en trópico, el destete temporal por 96 h permitió ($p < 0,01$) que el 67,6 % de las vacas presentaran estro comparado con 26,6 % en vacas con becerro, sin embargo, no hubo efecto ($p > 0,001$) en fertilidad (73,9 vs 75,0 %; Soto-Belloso *et al.*, 1997).

La respuesta al destete temporal es muy variable, pues depende del tiempo postparto en que se realiza, de la condición corporal de la vaca y la duración del destete. Para eliminar de manera total, los efectos negativos del amamantamiento del becerro, es necesario separar completamente al becerro de la vaca por más de 96 h, pues cuando el becerro se separa por 48 ó 72 h, al retornar el becerro con su madre los efectos negativos del amamantamiento se vuelven a presentar (Shively y Williams, 1989).

En condiciones de campo es difícil que los productores realicen destetes por más de 96 h sin tener problemas de manejo con los becerros. Por ello, se recomienda: 1) Destetar a los becerros por 48 ó 72 h, aunado con tratamientos de progesterona, estradiol y GnRH o PMSG para inducir la ovulación (Rivera *et al.*, 1998; Mackey *et al.*, 2000); 2) Realizar el destete del becerro en vacas con más de 60 d postparto, cuando los becerros ya consumen forraje; 3) Usar dispositivos en nariz para impedir el amamantamiento por 24 ó 48 h. Estas recomendaciones pueden facilitar el manejo y disminuir el estrés de los becerros.

Amamantamiento restringido

En vacas productoras de carne consiste en limitar el amamantamiento a períodos cortos (30, 60, 90 ó 120 min) al día, iniciándolo cuando el becerro tiene entre 30 y 60 días de edad. Se ha observado que restringir el amamantamiento a una vez al día, comenzando a los 30 d postparto, tendió a disminuir ($p < 0,08$) el intervalo parto primer estro en 12 d comparado con vacas con becerro constante (Bell *et al.*, 1998), sin embargo, limitarlo a dos veces al día no lo reduce (Lamb *et al.*, 1999). En trópico, Rodríguez y Segura (1995) en vacas Cebú reportaron que restringir el amamantamiento a 60 min al día, entre los

30-60 d postparto, mejoró ($p < 0,05$) la tasa de concepción en 90 días de empadre (90 %) con respecto a vacas con amamantamiento constante (72 %), pero no tuvo efecto en el intervalo parto concepción.

En vacas de doble propósito en trópico, los becerros de vacas Cebú y sus cruza maman antes y después del ordeño para inducir la eyección de la leche y consumir la leche residual (Orihuela *et al.*, 1990). Este manejo se realiza durante los primeros 90 días; posteriormente y hasta su destete, el becerro consume sólo la leche residual. Con esta práctica de manejo, a pesar de que las vacas no se encuentran de manera continua con su becerro, pues se restringe el amamantamiento a períodos cortos (uno o dos veces por 30 ó 60 min) del día, la primera ovulación se presenta en promedio a los 70-85 d postparto (Gallagos *et al.*, 1990; Pérez *et al.*, 1993), pero puede presentarse hasta 150-250 d postparto (Villagómez *et al.*, 1999). Además, a los becerros con amamantamiento restringido se les debe proporcionar alimento concentrado y forraje de buena calidad para evitar efectos negativos en su desarrollo (Orihuela, 1990).

La respuesta al amamantamiento restringido depende de la condición corporal de la vaca al parto y postparto. En vacas cebú con baja condición corporal (3,7 \pm 0,2) al parto, el intervalo parto primer estro fue mayor ($p < 0,01$; 143 \pm 12 d), con respecto a vacas con alta condición corporal (7,8 \pm 0,2; 67 \pm 10 d). En este mismo estudio, al aumentar la frecuencia de amamantamiento, de uno a dos veces al día, incrementó ($p < 0,05$) el intervalo parto primer estro de 88 \pm 11 d a 122 \pm 11 d (Santos *et al.*, 1995). Recientemente, Das *et al.* (1999) reportaron que proporcionar 4 kg/d de concentrado como suplemento alimenticio a vacas con amamantamiento restringido, disminuyó ($p < 0,05$) el intervalo parto primera ovulación y parto concepción con respecto a vacas que recibieron 2 kg del mismo concentrado (48,9 vs 57,3 d, respectivamente). A su vez, en vacas de doble propósito los efectos negativos del amamantamiento son más fuertes cuando las vacas se alimentan exclusivamente de pasto sin ningún complemento alimenticio (Villagómez *et al.*, 1999). Las anteriores observaciones, muestran que la nutrición de la vaca de doble propósito durante el período postparto, interactúa con el amamantamiento del becerro para prolongar el período de anestro postparto.

Amamantamiento retrasado

El amamantamiento retrasado consiste en realizar el amamantamiento del becerro 8 h después de la ordeña, y surge de la necesidad de reducir los prolongados períodos de anestro postparto en vacas *Bos taurus* - *Bos indicus* manejadas en el sistema de doble propósito, sin afectar la producción de leche ni el desarrollo del becerro. Para lograrlo, las vacas se ordeñan de manera total en la mañana, previo apoyo del becerro. Después de la ordeña, las vacas se van a pastorear a la pradera y los becerros permanecen en un corral con acceso a una pradera pequeña, donde consumen forraje y agua a libre acceso. A las 8 h después de la ordeña, las vacas y becerros se reúnen por 30-60 min, para que el becerro consuma toda la leche sintetizada en las 8 h existentes entre la ordeña y el amamantamiento. Con este manejo de vacas y becerros, se simula realizar dos ordeños, pero la leche de la mañana es para el productor y la de la tarde para el becerro. Se recomienda iniciar el retraso del amamantamiento a partir de los 7 d de edad de los becerros, para que éstos consuman calostro y leche a libre acceso en la primera semana de edad, y disminuir la incidencia de enfermedades.

Con esta modalidad de amamantamiento realizado con vacas *Bos taurus* - *Bos indicus* manejadas en el sistema de doble propósito, se ha disminuido ($p < 0,05$) el intervalo parto primera ovulación de 77,1 ± 20 d en vacas con amamantamiento restringido por 2 h al día, a 57,3 ± 20 d (Pérez *et al.*, 1991). Además, en este mismo estudio se encontró que el amamantamiento retrasado permitió que el 100 % de las vacas presentaran su primera ovulación en los primeros 100 d postparto, comparado con 84 % en las vacas con amamantamiento restringido ($p < 0,05$). Resultados similares han sido obtenido por Gallegos *et al.* (1990). Estos resultados apoyan la hipótesis de que las vacas de doble propósito que amamantan a su becerro después de la ordeña, están sujetas a dos fuertes estímulos inhibitorios que se presentan uno después del otro. El primero, es causado por el proceso de la ordeña (sujeción de la vaca, apoyo del becerro para el descenso de la leche y ordeña manual con el becerro al lado), y el segundo, es provocado por el amamantamiento del becerro (por 30, 60 ó 120 min, después de la ordeña). Al separar la presentación de estos dos estímulos, mediante el amamantamiento retrasado, se disminuye el intervalo parto primera ovulación y se incrementa la proporción de vacas que ovulan en los primeros 100 d postparto. El intervalo parto primera ovulación en vacas con amamantamiento retrasado se ha reducido aún más ($p < 0,05$; 46,0 ± 12,1 d), si además de retrasar el amamantamiento del becerro, las vacas se exponen al toro con pene desviado desde 7 d postparto (Pérez *et al.*, 1993).

La cantidad de leche ordeñada obtenida en vacas con amamantamiento retrasado, es cerca de 2 kg mayor ($p < 0,05$) que la de vacas con amamantamiento restringido (7,04 ± 0,5 kg/d vs 5,19 ± 0,7 kg/d), cuando se proporcionan 2 a 3 kg/vaca/día de complemento alimenticio con 17 % de proteína cruda (Gallegos *et al.*, 1993). Por el contrario, la producción es similar ($p > 0,05$), si las vacas reciben sólo 1 kg/vaca/día de complemento alimenticio (6,5 ± 0,9 kg/d vs 5,8 ± 0,9 kg/d; Pérez *et al.*, 1993). La producción de leche total, obtenida al sumar la leche ordeñada y la consumida por el becerro, se incrementa ($p < 0,05$) en alrededor de 2 kg/día en vacas con amamantamiento retrasado con respecto a vacas con amamantamiento tradicional, cuando las vacas se suplementan con 1 kg/animal/día de concentrado comercial con 16 % de proteína cruda al momento de la ordeña y 2 kg/animal/día de complemento alimenticio, elaborado con melaza, gallinaza, sal común y sal mineral, al momento del amamantamiento (11,3 ± 1,6 kg/d vs 9,2 ± 1,9 kg/d; Martínez *et al.*, 1995).

La mayor producción de leche obtenida en vacas con amamantamiento retrasado con respecto a amamantamiento restringido, puede deberse a que el amamantamiento retrasado simula la realización de dos ordeños con presencia del becerro, lo cual debe incrementar la secreción de oxitocina. Esta sugerencia se apoya en que: 1) Cuando las vacas se exponen a un becerro ajeno, éstas secretan menos cantidad de oxitocina, con respecto a vacas expuestas con su propio becerro (Silveira *et al.*, 1993); 2) Al combinar el amamantamiento del becerro con la ordeña, a principios de la lactancia, se incrementa la producción de leche total (Bar-Peled *et al.*, 1995); y 3) Ordeñar las vacas por la mañana, con máquina, y amamantar al becerro por la tarde, durante las primeras 8 semanas de la lactancia, aumenta la producción de leche total en 18 %, en lactancias de 300 d y dos ordeños diarios (Fulkerson *et al.*, 1978).

El amamantamiento retrasado no disminuye la ganancia de peso de los becerros, sino que por el contrario, la incrementa (Gallegos *et al.*, 1993). Cuando a los becerros se les proporciona alimento complementario a libre acceso, como se sugiere realizarse en becerros de vacas con amamantamiento restringido, los becerros con amamantamiento retrasa-

do ganan ($p < 0,01$) más peso (827 \pm 34,8 g/d), con respecto a becerros de vacas con amamantamiento restringido (702 \pm 26,2 g/d; Gallegos *et al.*, 1991 y 1993). Sin embargo, los resultados, de la mejora en la ganancia de peso de los becerros con amamantamiento retrasado son más evidentes cuando la alimentación de los becerros se basa en leche que consumen de la madre y forraje en la pradera, sin ningún complemento alimenticio (como la mayoría de los productores realiza en las explotaciones de doble propósito; Orihuela *et al.*, 1990). Al respecto, Pérez *et al.* (1991 y 1993) encontraron que los becerros con amamantamiento retrasado tuvieron mayor ($p < 0,05$) ganancia diaria de peso (779-862 g/d), comparado con becerros con amamantamiento restringido (576-608 g/d). A su vez, la ganancia de peso de becerros con amamantamiento retrasado (724 \pm 100 g/d) son similares ($p > 0,05$) a la de becerros que permanecen con sus madres durante 8 h al día en la pradera (637 \pm 200 g/d), y por lo tanto, tienen la oportunidad de mamar a libre acceso (amamantamiento tradicional; Martínez *et al.*, 1995). Los resultados anteriores, en conjunto, indican que, a diferencia del amamantamiento restringido, en donde se disminuye el desarrollo del becerro, a menos de que se proporcione adecuada complementación con alimento de buena calidad, el amamantamiento retrasado 8 h después de la ordeña no disminuye el crecimiento del becerro, sino que por el contrario la mejora (Gallegos *et al.*, 1990 y 1993; Pérez *et al.*, 1991 y 1993), y permite obtener pesos de 114-124 kg a los 100 d de edad.

Los becerros con amamantamiento retrasado maman menos ($p < 0,05$) tiempo (19,5-32 min) y en menor frecuencia (1,1-3,2 veces), con respecto a becerros con amamantamiento restringido (22,9-39 min y 3,3-3,8 veces; Gallegos *et al.*, 1991). Esta menor frecuencia e intensidad de amamantamiento de los becerros a las vacas con amamantamiento retrasado explican, en parte, su más pronto restablecimiento de la actividad ovárica postparto, y cuestionan la necesidad de dejar al becerro junto con su madre por períodos mayores de 30 min después de la ordeña.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Los efectos negativos del amamantamiento sobre la función reproductiva postparto, se producen principalmente en hipotálamo, donde disminuyen la secreción de GnRH y LH en hipófisis. Existen claras evidencias indicando que la FSH y el desarrollo folicular en el ovario, no limitan el restablecimiento de la actividad reproductiva postparto. La presencia constante del becerro sin mamar incrementa la secreción de cortisol y oxitocina; pero no se conoce la participación de estos cambios endocrinos en el restablecimiento de la actividad reproductiva de las vacas postparto.

El amamantamiento continuo o la interacción constante de la vaca con su becerro prolonga el período de anestro postparto. La sola presencia del becerro sin mamar inhibe el restablecimiento de la actividad reproductiva y prolonga el anestro postparto; por lo que, las estrategias de manejo para disminuir el anestro postparto, deben enfocarse a manipular el amamantamiento del becerro, y separar, lo más posible, al becerro de la vaca y romper el efecto de la asociación vaca-becerro.

El destete precoz elimina de manera total el estímulo del amamantamiento y reduce el período de anestro postparto; sin embargo, es difícil de ser implementado por los productores de doble propósito, a menos que dispongan de mayor nivel tecnológico y de vacas que no requieran del estímulo del becerro para la eyección de la leche. Adicionalmente,

destetar el becerro a los pocos días de edad, disminuye la producción de leche, reduce la duración de la lactancia y el desarrollo corporal del becerro.

El amamantamiento restringido es otra opción para disminuir el anestro postparto y aumentar la producción de leche de las vacas; sin embargo, reduce el crecimiento del becerro, salvo que se le proporcione alimentación complementaria.

El amamantamiento retrasado es una opción viable que el productor de ganado bovino de doble propósito puede implementar para disminuir el anestro postparto, sin afectar negativamente la producción de leche y los cambios de peso corporal de las vacas. Además, el amamantamiento retrasado permite un desarrollo adecuado de los becerros, sin necesidad de alimentación extra.

Para implementar alguna de las estrategias de manejo del amamantamiento y mejorar la eficacia productiva y reproductiva de las explotaciones bovinas de doble propósito en trópico, se debe considerar la no disminución del desarrollo del becerro, y el mantenimiento o incremento de la duración de la lactación y la producción de leche por parte de la vaca.

Es necesario realizar evaluaciones de tipo económico, directamente con los productores, para determinar las opciones de manejo del amamantamiento que permitan aumentar los ingresos económicos, mediante una mejor eficacia productiva y reproductiva de las explotaciones. También se requiere determinar si mediante una adecuada suplementación de vacas y becerros se puede disminuir aún más la duración del anestro postparto y mejorar la producción de leche y el desarrollo del becerro de las vacas con amamantamiento retrasado.

SUMMARY

Postpartum anoestrus and management alternatives for nursing calves in dual purpose cows in the tropics

The duration of the postpartum anoestrus interval is one of the main factors that affects the productivity and reproductive efficiency of dual-purpose system cattle in tropical regions. Duration of postpartum anoestrus is greatest among cows exposed to continuous nursing and presence of the calf. The mechanisms mediating this process have not been elucidated, but it is known that the secretion of GnRH and LH are inhibited. More specifically, it is known that nursing inhibits the secretion of GnRH from the hypothalamus by increasing the negative feedback effects of the endogenous opioids and estradiol within the hypothalamus and hypophysis. Alternatively, there is evidence that FSH levels and follicle development are not limiting the reestablishment of postpartum reproductive activity. In dual-purpose cattle, controlled nursing and the separation of the nursing stimulus 8 la after milking (delayed nursing) can be used as a management option to reduce the duration of the postpartum anoestrus interval. However, with controlled nursing, the development of the calf is slowed, unless it is given and adequate supply of good quality forages and concentrate feed. In contrast, delayed nursing improves weight gain of calves without the need for supplemental feeding, but delays the return to reproductive activity.

KEY WORDS: Nursing calves
Milk production
Bos taurus *Bos indicus*
Cattle
Ruminants
Dual purpose system

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMADZADEH A., BARNES M.A., PEARSON R.E., 1998. Effect of naloxone on serum luteinizing hormone concentration in anovulatory Holstein cows during the early postpartum period. *Domest. Anim. Endocrinol.* 15, 177-181.
- BAR-PELED U., MALTZ E., BRUCKENTAL I., FOLMAN Y., KALI Y., GARCITUA H., LEHRER R., KNIGHT H., ROBINZON B., VOET H., TAGARI H., 1995. Relationship between frequent milking or suckling in early lactation and milk production of high production dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78, 2726-2736.
- BELL D.J., SPITZER J.C., BURNS G.L., 1998. Comparative effects of early weaning or once-daily suckling on occurrence of postpartum estrus in primiparous beef cows. *Theriogenology* 50, 707-715.
- BOUKHLIQ R., GOODMAN R.L., BERRIMAN S.J., ADRIAN B., LEHMAN M.N., 1999. A subset of gonadotropin-releasing hormone neurons in the ovine medial basal hypothalamus is activated during increased pulsatile luteinizing hormone secretion. *Endocrinology* 140, 5929-5936.
- CHIENG B., WILLIAMS J.T., 1998. Increased opioid inhibition of GABA release in nucleus accumbens during morphine withdrawal. *J. Neurosci.* 18, 7033-7039.
- CONNOR H.C., HOUGHTON P.L., LEMENAGER R.P., MALVEN P.V., PARFET J.R., MOSS G.E., 1990. Effect of dietary energy, body condition and calf removal on pituitary gonadotropins, gonadotropin-releasing hormone (GnRH) and hypothalamic opioids in beef cows. *Domest. Anim. Endocrinol.* 7, 403-411.
- CROWE A.M., GOULDING D., BAGUISI A., BOLAND P.M., ROCHE J.F., 1993. Induced ovulation of the first postpartum dominant follicle in beef suckler cows using a GnRH analogue. *J. Reprod. Fertil.* 99, 551-555.
- CROWE M.A., PADMANABHAN V., MIHM M., BEITINS I.Z., ROCHE J.F., 1998. Resumption of follicular waves in beef cows is not associated with periparturient changes in follicle-stimulating hormone heterogeneity despite major changes in steroid and luteinizing hormone concentrations. *Biol. Reprod.* 58, 1445-1450.
- DAS S.M., FORSBERG M., WIKTORSSON H., 1999. Influence of restricted suckling and level of feed supplementation on postpartum reproductive performance of zebu and crossbred cattle in the semi-arid tropics. *Acta Vet. Scand.* 40, 57-67.
- DE RENSIS F., COSGROVE J.R., WILLIS H.J., HOFACKER S., FOXCROFT G.R., 1999. Ontogen of the opioidergic regulation of LH and prolactin secretion in lactating sows. II. Interaction between suckling and morphine administration. *J. Reprod. Fertil.* 116, 243-251.
- ESCOBAR J.F., CARLOS J.L., GALINA C.S., FERNÁNDEZ B.S., 1984. Efecto del amamantamiento sobre la actividad reproductiva posparto en vacas cebú, criollas y F1 (Cebú Holstein) en el trópico de México. *Vet. Méx.* 15, 243-248.
- FULKERSON, W.J., HOOLEY R.D., FINDLAY J.K., 1978. Improvement in milk production of first calf heifers by multiple suckling. *Aust. J. Agric. Res.* 29, 351-357.
- GALLEGOS-SÁNCHEZ J., LÓPEZ-LOYO R., PULIDO A., ZÁRATE G., GARCÍA-WINDER M., 1990. Effect of delaying suckling on reproductive performance and milk production in *Bos taurus* - *Bos indicus* cows. Joint IFS-SIPAR Seminar on Animal Reproduction in Montevideo-Paysadú. Uruguay. Tomo 1.
- GALLEGOS S.J., PÉREZ H.P., GARCÍA W.M., 1991. Comportamiento de los becerros durante el amamantamiento en vacas *Bos taurus* - *Bos indicus* después del parto. XXIII Reunión anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal. Saltillo, Coahuila. México. p. 138.
- GALLEGOS S.J., PÉREZ H.P., GARCÍA W.M., 1993. Efecto del retraso del amamantamiento en la producción de leche y desarrollo del becerro en un sistema de doble propósito en el sureste de México. XIII Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Santiago de Chile. pp. 111-112.
- GARCÍA-WINDER M., IMAKAWA J., DAY M.L., ZALESKY D.D., KITTOCK R.J., KINDER J.E., 1984. Effect of suckling and ovariectomy on the control of luteinizing hormone secretion during the postpartum period in beef cows. *Biol. Reprod.* 31, 771-778.
- GAZAL O.S., LESHIN L.S., STANKO R.L., THOMAS M.G., KEISLER D.H., ANDERSON L.L., WILLIAMS G.L., 1998. Gonadotropin-releasing hormone secretion into third-ventricle cerebrospinal fluid of cattle: correspondence with the tonic and surge release of luteinizing hormone and its tonic inhibition by suckling and neuropeptide Y. *Biol. Reprod.* 59, 676-683.
- GAZAL O.S., GUZMÁN-VEGA G.A., WILLIAMS G.L., 1999. Effects of time of suckling during the solar day on duration of the postpartum anovulatory interval in Brahman Hereford (F1) cows. *J. Anim. Sci.* 77, 1044-1047.
- GRIFFITH M.K., WILLIAMS G.L., 1996. Roles of maternal vision and olfaction in suckling-mediated inhibition of LH secretion, expression of maternal selectivity, and lactational performance of beef cows. *Biol. Reprod.* 54, 761-768.

- HENAO, G., OLIVERA-ÁNGEL M., MALDONADO-ESTRADA J.G., 2000. Follicular dynamics during postpartum anestrus and the first estrous cycle in suckled or non-suckled Brahman (*Bos indicus*) cows. *Anim. Reprod. Sci.* 63, 127-136.
- HOFFMAN D.P., STEVENSON J.S., MINTON J.E., 1996. Restricting calf presence without suckling compared with weaning prolongs postpartum anovulation in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 74, 190-198.
- KAMIMURA S., SAMESHIMA H., ENOMOTO S., HAMANA K., 1994. Turnover of ovulatory and non-ovulatory dominant follicles in postpartum Japanese Black cows. *J. Reprod. Development.* 40, 171-176.
- LAMB G.C., LYNCH J.M., GRIEGER D.M., MINTON J.E., STEVENSON J.S., 1997. Ad libitum suckling by an unrelated calf in the presence or absence of a cows own calf prolongs postpartum anovulation. *J. Anim. Sci.* 75, 2762-2769.
- LAMB G.C., MILLER B.L., LYNCH J.M., THOMPSON K.E., HELDT J.S., LÖEST C.A., GRIEGER D.M., STEVENSON J.S., 1999. Twice daily suckling but not milking with calf presence prolongs postpartum anovulation. *J. Anim. Sci.* 77, 2207-2218.
- MACKEY D.R., SREENAN J.M., ROCHE J.F., DISKIN M.G., 2000. The effect of progesterone alone or in combination with estradiol on follicular dynamics, gonadotropin profiles, and estrus in beef cows following calf isolation and restricted suckling. *J. Anim. Sci.* 78, 1917-1929.
- MCNEILLY A.S., 1997. Lactation and fertility. *J. Mammary Gland Biol. Neoplasia* 2, 291-298.
- MARTÍNEZ S.F.E., PÉREZ H.P., OSORIO A.M., BARCENA G.R., WINDER M.G., 1995. Efecto del retraso del amamantamiento del becerro en la actividad reproductiva y productiva postparto de vacas pardo suizo cebú, en un sistema de rejejería. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. México. p. 338.
- MUKASA-MUGERWA E., TEGEGNE A., FRANCESCHINI R., 1991. Influence of suckling and continuous cow-calf association on the resumption of post-partum ovarian function in *Bos indicus* cow monitored by plasma progesterone profiles. *Reprod. Nutr. Development* 31, 241-247.
- ORIHUELA A., 1990. Effect of calf stimulus on the milk yield of zebu-type cattle. *App. Anim. Behaviour Sci.* 26,187-190.
- OSAWA T., NAKAO T., MORIYOSHI M., NAKADA K., 1998. Plasma beta-endorphin around parturition and its relationship to cortisol level and resumption of pituitary and ovarian functions in dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 52, 27-38.
- PÉREZ H.P., GALLEGOS S.J., PULIDO A.A., RODRÍGUEZ C.J., GARCÍA W.M., 1991. Efecto de la reducción del periodo de amamantamiento sobre la duración del anestro postparto en vacas *Bos taurus* *Bos indicus* en un sistema de rejejería. XXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal. Saltillo, Coahuila. México. p. 131.
- PÉREZ H.P., GALLEGOS S.J., ROMERO L.C., GARCÍA W.M., 1993. Efecto de la presencia del toro en el restablecimiento de la actividad reproductiva en vacas postparto. XIII Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Santiago de Chile. p. 85.
- RIVERA G.M., GONI C.G., CHAVES M.A., FERRERO S.B., BO G.A., 1998. Ovarian follicular wave synchronization and induction of ovulation in postpartum beef cows. *Theriogenology* 49, 1365-1375.
- RODRÍGUEZ R.O.L., SEGURA C.V.M., 1995. Effect of once-daily suckling on postpartum reproduction in zebu-cross cows in the tropics. *Anim. Reprod. Sci.* 40, 1-5.
- ROMÁN P.H., 1995. Situación actual y retos de la ganadería bovina en el trópico. XX Simposium de Ganadería Tropical: Alternativas de alimentación del ganado bovino en el trópico. México. pp 1-10.
- RUIZ-CORTÉS Z.T., OLIVERA-ÁNGEL M., 1999. Ovarian follicular dynamics in suckled zebu (*Bos indicus*) cows monitored by real time ultrasonography. *Anim. Reprod. Sci.* 54, 211-220.
- RYAN D.P., SPOON R.A., GRIFFITH M.K., WILLIAMS G.L., 1994. Ovarian follicular recruitment, granulosa cell steroidogenic potential and growth hormone/insulin-like growth factor-1 relationships in suckled beef cows consuming high lipid diets: effects of graded differences in body condition maintained during the puerperium. *Domestic Animal Endocrinology* 11, 161-174.
- SANTOS E.R., ARREGUÍN A.J.A., VILLA-GODOY A., ROMÁN P.H., 1995. Interacción de la condición corporal (CC) y la frecuencia del amamantamiento (M) sobre la actividad ovárica postparto en vacas cebú. I. El desarrollo folicular ovárico. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. México. p. 322.
- SAVIO J.D., BOLAND M.P., HYNES N., ROCHE J.F., 1990. Resumption of follicular activity in the early postpartum period of dairy cows. *J. Reprod. Fertil.* 88, 569-579.
- SILVEIRA P.A., SPOON R.A., RYAN D.P., WILLIAMS G.L., 1993. Evidence for maternal behavior as a requisite link in suckling-mediated anovulation in cows. *Biol. Reprod.* 49, 1338-1346.
- SHIVELY T.E., WILLIAMS G.L., 1989. Patterns of tonic luteinizing hormone release and ovulation frequency in suckled anestrus beef cows following varying intervals of temporary weaning. *Domest. Anim. Endocrinol.* 6, 379-387.

- SOTO-BELLOSO E., PORTILLO G., RAMÍREZ L.I., SOTO G., ROJAS N., CRUZ-ARÁMBULO R., 1997. Efecto del destete temporal por noventa y seis horas sobre la inducción del celo y fertilidad en vacas mestizas acíclicas. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 5 (Supl. 1), 359-361.
- STAGG K., DISKIN M.G., SREENAN J.M., ROCHE J.F., 1995. Follicular development in long-term anoestrous suckler beef cows fed two levels of energy postpartum. Anim. Reprod. Sci. 38, 49-61.
- STAGG K., SPICER L.J., SREENAN J.M., ROCHE J.F., DISKIN M.G., 1998. Effect of calf isolation on follicular wave dynamics, gonadotropin and metabolic hormone changes, and interval to first ovulation in beef cows fed either of two levels postpartum. Biol. Reprod. 59, 777-783.
- STEVENSON J.S., KNOPPEL E.L., MINTON J.E., SALFEN B.E., GARVERICK H.A., 1994. Estrus, ovulation, luteinizing hormone, and suckling-induced hormones in mastectomized cows with and without unrestricted presence of the calf. J. Anim. Sci. 72, 690-699.
- STEVENSON J.S., JAEGER J.R., RETTMER I., SMITH M.W., CORAH L.R., 1997. Luteinizing hormone release and reproductive traits in anoestrous, estrus-cycling, and ovariectomized cattle after tyrosine supplementation. J. Anim. Sci. 75, 2754-2761.
- TORIBIO R.E., MOLINA J.R., FORSBERG M., KINDAHL H., EDQUIST L.E., 1995. Effects of calf removal at parturition on postpartum ovarian activity in zebu (*Bos indicus*) cows in the humid tropics. Acta Veterinaria Scandinavica 36, 343-352.
- VILLA G.A., ARREGUÍN A.A., 1993. Tecnología disponible y principales líneas de investigación para resolver el anestro posparto en vacas de doble propósito. XVI Simposium de Ganadería Tropical: 4a Ciclo de conferencias sobre bovinos de doble propósito. INIFAP. Veracruz, México, pp. 55-84.
- VILLAGÓMEZ A.E., ZÁRATE J.M., ARELLANO H.M., VILLA G.A., GONZÁLEZ E.E., 1999. Efectos de la suplementación energética y del amamantamiento sobre el desarrollo folicular y el anestro de vacas de doble propósito. XXXV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Yucatán, México. p. 27.
- VIKER S.D., LARSON R.L., KIRACOFÉ G.H., STEWART R.E., STEVENSON J.S., 1993. Prolonged postpartum anovulation in mastectomized cows requires tactile stimulation by the calf. J. Anim. Sci. 71, 999-1003.
- WERTH L.A., WHITTIER J.C., AZZAM S.M., DEUTSCHER G.H., KINDER J.E., 1996. Relationship between circulating progesterone and conception at the first postpartum estrus in young primiparous beef cows. J. Anim. Sci. 74, 616-619.
- WILLIAMS G.L., MCVEY W.R., HUNTER J.F., 1993. Mammary somatosensory pathways are not required for suckling-mediated inhibition of luteinizing hormone secretion and delayed of ovulation in cows. Biol. Reprod. 49, 1328-1337.
- WILLIAMS G.L., GAZAL O.S., GUZMÁN-VEGA G.A., STANKO R.L., 1996. Mechanism regulating suckling-mediated anovulation in the cow. Anim. Reprod. Sci. 42, 289-297.
- YAVAS Y., JOHNSON W.H., WALTON J.S., 1999. Modification of follicular dynamics by exogenous FSH and progesterone, and the induction of ovulation using hCG in postpartum beef cows. Theriogenology 52, 949-963.
- YAVAS Y., WALTON J.S., 2000. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. Theriogenology 54, 25-55.
- ZALESKY D.D., FORREST D.W., MC ATRHUR N.H., WILSON J.M., MORRIS D.L., HARMS P.G., 1990. Suckling inhibits release of luteinizing hormone releasing hormone from the bovine median eminence following ovariectomy. J. Anim. Sci. 68, 444-448.
- ZUREK E., FOXCROFT G.R., KENNELLY J.J., 1995. Metabolic status and interval to first ovulation in postpartum dairy cows. J. Dairy Sci. 78, 1909-1920.