

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

O ANESTRO PÓS-PARTO EM BOVINOS

Monografia apresentada à Disciplina “Seminários I” do programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária, área de concentração em Reprodução Animal, curso de Mestrado, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”(UNESP), Câmpus de Botucatu.

Aluno : Luciano Mundim de Carvalho

Docentes responsáveis :

Prof^a Dr^a Maria Denise Lopes e Prof. Dr. Sony Dimas Bicudo

Orientador : Prof. Dr. Ciro Moraes Barros

Botucatu – São Paulo
2 0 0 2

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| LISTA DE ABREVIATURAS..... | 3 |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 4 |
| 2 ANESTRO PÓS-PARTO..... | 5 |
| 3 INVOLUÇÃO UTERINA..... | 5 |
| 4 EIXO HIPOTÁLAMO-HIPÓFISE-OVÁRIO E ATIVIDADE OVARIANA NO PÓS-PARTO..... | 6 |
| 5 FATORES QUE AFETAM A DURAÇÃO DO ANESTRO PÓS-PARTO..... | 7 |
| 5.1 Amamentação..... | 7 |
| 5.2 Presença do bezerro..... | 7 |
| 5.3 Nutrição..... | 8 |
| 5.4 Estação do ano..... | 9 |
| 5.5 Idade..... | 9 |
| 5.6 Efeito macho..... | 9 |
| 6. PRIMEIRA OVULAÇÃO PÓS PARTO..... | 9 |
| 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 10 |
| 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 11 |

LISTA DE ABREVIATURAS

APP = Anestro pós-parto

CL = Corpo lúteo

EC = Escore corporal

FD = Folículo dominante

FSH = Hormônio folículo estimulante

GnRH = Hormônio liberador de gonadotrofinas

IGF-I = Fator de crescimento semelhante à insulina – tipo 1

LH = Hormônio luteinizante

PGF_{2α} = Prostaglandina F 2α

1. INTRODUÇÃO

O rebanho de bovinos brasileiro, com aproximadamente 171,786 milhões de animais, é o segundo maior do mundo, e sua importância para o país é incontestável, respondendo por 45% da produção total de carnes, conferindo ao país a 2ª maior produção do mundo e a 5ª colocação no ranking dos países exportadores.

Em 2001, foram abatidos 30,323 milhões de animais, gerando uma produção 6,671 milhões de toneladas (11,7% da produção mundial), das quais cerca de 4% destinou-se à exportação, trazendo divisas para o país na cifra de US\$ 391 mil dólares (FAOSTAT).

Contudo quando comparado aos EUA, maior produtor (21% da produção mundial), o Brasil mostra baixa produtividade, com uma taxa de desfrute de apenas 17,7% contra 39,5%. Em situação hipotética, com uma taxa de desfrute semelhante aos EUA, o Brasil poderia se tornar o maior produtor de carne bovina do mundo com 23% da produção (FAOSTAT), mostrando mais uma vez a importância, o enorme potencial de desenvolvimento e a necessidade de difusão de técnicas que visem aumentar a eficiência produtiva na pecuária de corte.

A baixa produtividade do setor é consequência de uma série de fatores, dos quais a nutrição inadequada, a qualidade genética dos animais, a baixa eficiência reprodutiva e quadro sanitário do rebanho.

Entretanto o desempenho reprodutivo dos animais é aceito como o principal fator limitante da eficiência produtiva do gado de corte (Short et al., 1990). Colaboram para o baixo desempenho reprodutivo a idade avançada à primeira cria, longo intervalo entre parto e período de anestro pós-parto (APP).

Esta revisão objetiva discutir a fisiologia da fêmea bovina durante o período pós-parto e possíveis fatores que interferem no retorno da ciclicidade ovariana, dando ênfase à matrizes de corte.

2. ANESTRO PÓS-PARTO

O APP é o período transitório durante o qual o eixo hipotálamo-hipófise-ovário-útero se recupera de uma prévia gestação, sendo limitado por dois eventos marcantes, o parto e o aparecimento do primeiro estro. É caracterizado por um período de 2 a 3 semanas necessárias para a involução uterina começar e as ondas foliculares retornarem o crescimento.

A sua duração é influenciada por uma série de fatores, dentre os mais importantes: lactação, nutrição, estação do ano e idade. Dentre os de menor importância: raça, efeito macho, parto gemelar, retenção de placenta, endometrites (Short et al., 1990).

3. INVOLUÇÃO UTERINA:

A involução uterina envolve: perda e reparo tecidual e contrações musculares peristálticas (Guibault et al., 1987), e está completa dentro de 4 a 6 semanas após o parto (Spicer et al., 1986b).

Fatores que afetam a involução uterina:

- a) **Idade:** se processa mais lentamente em animais velhos;
- b) **Estação do ano:** mais rápida na primavera e verão que no inverno (Buch et al. 1955);
- c) **Corno uterino:** mais rápida no corno não gravídico;
- d) **Período pós-parto:** ocorre mais rápido no pós-parto inicial que no final (Spicer et al., 1986b)
- e) **Liberção de ocitocina e Prostaglandina F_{2α} (PGF_{2α}):** A ocitocina é liberada em resposta a mamada, induzindo a injeção do leite para o teto, a liberação de PGF_{2α} pelo endométrio uterino. A involução uterina depende da duração da liberação de PGF_{2α} e sua aplicação exógena foi capaz de acelerar o processo (Madej et al., 1984). Embora, GUIBAULT et al. (1988) não obtiveram este efeito, sugerindo que a produção de PGF_{2α} seja um produto da involução uterina, sendo dispensável para o processo, provavelmente através da ocitocina.

4. EIXO HIPOTÁLAMO-HIPÓFISE-OVÁRIO E ATIVIDADE OVARIANA NO PÓS-PARTO

SPICER et al. (1986a) demonstraram que os folículos no pós-parto são similares aos folículos anovulatórios em vacas cíclicas em termos de concentração de progesterona, estradiol, androstenediona e testosterona no fluido folicular, receptores para o hormônio luteinizante (LH) nas células da teca e receptores de LH e para o hormônio folículo estimulante (FSH) nas células da granulosa, indicando que a capacidade folicular não é o fator limitante na ovulação no APP. Corroborando a esta idéia, IRVIN et al. (1981), induziram pico de LH e ovulação com a administração exógena de hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH).

Em vacas de corte, folículos médios estão presentes por volta do 5^o ao 7^o dia pós-parto e aumentam em número e tamanho de acordo com o tempo, sendo possível detectar folículos dominantes (FD) entre o 10^o e 21^o dia pós-parto (Kesler et al., 1980), entretanto, a maioria destes falham em ovular (Spicer et al., 1986a). A falha do FD em ovular, é consequência de uma freqüência inadequada de pulsos de LH (Roche et al., 1992).

Durante a fase final da gestação o eixo hipotálamo-hipófise se encontra sob “feed back” negativo dos esteróides ovarianos e placentários, resultando na supressão da liberação do FSH, da atividade ovariana e acúmulo de FSH na hipófise anterior (Labhsetwar et al., 1964) e depleção das reservas de LH da hipófise anterior (Nett et al., 1988).

Após a remoção da unidade feto-placentária e com o fim do corpo lúteo (CL) gravídico, o conteúdo de FSH da hipófise anterior permanece igual (Nett et al., 1988) ou diminui do 20^o ao 45^o dia pós-parto (Labhsetwar et al., 1964).

De acordo com SCHALLENBERGER (1985) ocorre um aumento de FSH, na circulação, por volta do 4^o dia pós-parto (Schallenberger, 1985) o que resulta em um aumento de estradiol-17 β no 9^o dia (Rawlings et al., 1980) com flutuações nas concentrações séricas decorrentes do crescimento e regressão do FD (Spicer et al., 1986b), não ocorrendo a ovulação, pois ainda não restabeleceu a pulsatilidade de LH, pré-requisito para o reinício da atividade ovariana (Peters et al., 1981).

A depleção dos estoques de LH na hipófise anterior durante o final da gestação, permanece até o 15^o dia pós-parto, atingindo níveis similares da fase luteal ao redor do 30^o dia (Nett et al., 1988). O padrão de pulsatilidade do LH reinicia-se entre o 13^o e 19^o dia pós-parto em vacas leiteiras (Peters et al., 1981) e entre 25^o a 32^o dia em vacas de corte (Rawlings et al., 1980).

De acordo com NETT et al. (1988), a ausência de LH nesta fase inicial do pós-parto é o fator limitante para o reinício da atividade ovariana, sendo esta ausência de pulsos de LH independente da amamentação.

Antes da primeira ovulação ocorre um aumento na secreção de FSH devido a emergência da onda (Schallenberger, 1985) aumento na secreção de estrógeno pelo FD, desencadeando o pico pré-ovulatório de LH e conseqüentemente a ovulação (Kesler et al., 1977).

5. FATORES QUE AFETAM A DURAÇÃO DO ANESTRO PÓS-PARTO

5.1 Amamentação:

Após a repleção dos estoques de LH 20 dias pós-parto, a ausência dos pulsos de LH passa a ser dependente da amamentação (Nett, 1987).

O desmame completo, temporário ou restrito aumentou os pulsos de LH (Walters et al., 1982), as concentrações de receptores para LH/FSH nos folículos, levando a ovulação após poucos dias. Da mesma forma o retorno dos bezerros diminuíram a freqüência dos pulsos de LH (Shively & Williams, 1989). Como a remoção do bezerro aumentou a liberação de GnRH (Gazal et. al., 1998), acredita-se que a supressão da pulsatilidade de LH após o 30º dia pós-parto , seja pela inibição da liberação de GnRH induzida pela amamentação (Nett, 1987).

5.2 Presença do bezerro:

A presença do bezerro junto a vaca e o ato da mamada criam um complexo de mensagens metabólicas e neurais (visuais e olfatórias). Esta combinação de mensagens faz com que a freqüência de liberação pulsátil de GnRH pelo hipotálamo seja reduzida (Williams & Griffth, 1995).

Estudos realizados por WILLIAMS et al. (1993) com vacas cuja a inervação do úbere foi cirurgicamente destruída mostraram que a mensagem neural direta transmitida pelo úbere durante a mamada, não é necessária para o desencadeamento do processo, sendo a presença física do bezerro responsável pelo efeito supressório da mamada. Em contrapartida LAMB et al. (1997), mostraram que o estímulo táctil na região inguinal e a mamada de um bezerro estranho mimetizou tais efeitos supressivos.

A supressão da liberação de GnRH tem sido atribuída pela liberação endógena de peptídeos opióides oriundos da mamada (Nett, 1987). Reforçando esta hipótese, PECK et al.

(1988) demonstraram que a administração de morfina, um agonista opióide, 36 horas após a remoção do bezerro diminuiu a frequência dos pulsos de LH em vacas de corte e da mesma forma GREGG et al. (1986) administrando naloxone, um antagonista de receptor opióide, aumentaram a liberação de LH e a frequência dos pulsos em vacas de corte lactantes.

Estudos com vacas ovariectomizadas, no puerpério, recebendo implantes de estradiol indicaram que o efeito supressivo da mamada na pulsatilidade do LH é modulado por estrógenos ovarianos, uma vez que a amamentação aumentou a sensibilidade do centro gerador de pulsos de liberação de GnRH, no núcleo arqueado, ao “feed back” dos estrógenos ovarianos, resultando em supressão da liberação de LH (Acosta et al., 1983). Corroborando, GARCIA-WINDER et al. (1984) mostraram que com o aumento do intervalo pós parto, o gerador de pulsos de GnRH, torna-se menos sensível ao “feed back” negativo dos estrógenos, culminando na ovulação.

5.3 Nutrição:

A ingestão de nutrientes influencia as reservas de energia corporal e estas são mobilizadas quando a vaca recebe menos que suas necessidades de nutrientes. Desta forma, balanço energético da vaca pode ser avaliado pela estimativa das reservas de gordura corporal. A dinâmica das reservas corporais participam da regulação da secreção de hormônios hipotalâmicos e hipofisários (Bishop et al., 1994), onde a redução da ingestão de energia ou proteína bruta antes ou depois do parto reduziu o conteúdo de gonadotrofinas na hipófise e a responsividade ao GnRH exógeno, atrasando o reinício da pulsatilidade de LH , prolongando o APP (Rutter & Randel, 1984).

Segundo CASTILHO et al. (1997) o escore corporal (EC) é a expressão do metabolismo energético, e o seu aumento é reflexo de um balanço positivo, o que é necessário para a ciclicidade no pós-parto. Neste experimento vacas zebu lactantes precisaram de um EC entre 3,4 a 3,5 (1-5) para retomar a atividade ovariana.

O EC ao parto apresenta correlação positiva com o desenvolvimento folicular, concentrações circulantes e folicular de fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-I) no APP inicial (Ryan et al., 1994). Portanto o IGF-I poderia ser um possível desencadeador da ciclicidade, uma vez que, sua concentração durante os primeiros 30 dias pós-parto foi inversamente relacionada com a duração do anestro em vacas de corte (Simpson et al., 1992) e aumentou durante o período pós-parto até a ovulação (Stagg et. al., 1998).

5.4 Estação do ano:

A maioria dos bovídeos são sazonais, entretanto os bovinos foram selecionados, durante a domesticação, para se reproduzirem ao longo do ano. Porém vacas de corte permanecem de alguma forma sensíveis a mudanças no fotoperíodo. KING & MACLEOD (1984) observaram que vacas que pariram durante o outono, expostas portanto aos dias mais longos do verão retomaram a ciclicidade antes daquelas que pariram na primavera.

5.5 Idade:

Vacas primíparas continuam em crescimento, portanto possuem menor frequência de pulsos de LH e o período de anestro pós parto é de 1 a 4 semanas mais longo (Grimard et al., 1995).

5.6 Efeito macho:

ZALESKY et al (1984) mostraram que o retorno a ciclicidade ovariana foi acelerada em vacas expostas a touros, onde cerca de 89% dos animais mostraram cio no grupo bioestimulado contra 19% do controle. A interação Touro-vaca pode influenciar a atividade reprodutiva através sinais olfatórios ou ferormônios (Izard & Vandenberg, 1982).

6. PRIMEIRA OVULAÇÃO PÓS PARTO:

A primeira ovulação após o parto geralmente ocorre sem estro (cio silencioso) e é seguida por um ciclo curto de 8 a 12 dias, acompanhado de um corpo lúteo de menor tamanho e concentrações subluteais de progesterona (Perry et al., 1991) e de apenas uma onda folicular (Murphy et al., 1990). De acordo com PERRY et al. (1991) o cio silencioso na primeira ovulação ocorre devido a ausência de um prévio aumento nas concentrações de progesterona.

O primeiro corpo lúteo usualmente sofre luteólise prematura devido a liberação uterina de $\text{PGF}_{2\alpha}$ (Copelin et al., 1989) o qual é possivelmente intensificado pela liberação de ocitocina da neuro-hipófise, induzida pela mamada (Troxel et al., 1986).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Atualmente o APP é a principal causa de perda econômica para o setor de bovinocultura de corte, uma vez que aumenta o intervalo entre parto, o período de serviço, reduzindo assim a produtividade. Existindo, portanto, uma grande necessidade de transpor esta barreira, para tornar este segmento mais produtivo e competitivo.

Para se conseguir um intervalo entre partos de 12 meses, é necessário um período de serviço de aproximadamente 85 dias, o que é perfeitamente possível, pois 50% do rebanho de corte dos EUA apresentam tal intervalo. Porém a tecnificação do setor é indispensável, pois é sabido que deve-se buscar ótimas condições de nutrição, aliado a estratégias de manejo, como o desmame temporário, restrito ou total, “creep feeding”, exposição ao macho.

Além de estratégias de manejo, ultimamente vêm sendo proposto a intervenção hormonal, na tentativa de induzir ovulação e ciclicidade no pós-parto. Entretanto, estes protocolos esbarram em seu alto custo/benefício, principalmente no que diz respeito a eficácia, portanto o conhecimento detalhado da dinâmica folicular e possíveis interações entre hormônios, fatores de crescimento e outras tantas substâncias durante o período pós-parto, torná-se essencial para a correta e eficaz intervenção.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ACOSTA, B., TARNAVSKY G. K., PLATT, T. E., HAMERNIK, D.L., BROWN, J.L., SCHOENEMANN, H.M., REEVES, J.J. Nursing enhances the negative effect of estrogen on LH release in the cow. **Journal of Animal Science** 5, 1530-1536, 1983.

BISHOP, D. K., WETTEMANN, R. P., SPICER, L. J. Body energy reserves influence the onset of luteal activity after early weaning of beef cows. **Journal of Animal Science** 72, 2703-2708, 1994

BUCH, N. C., TYLER, W. T., CASIDA, L. E. Postpartum estrus involution of the uterus in an experimental herd of Holstein Friesian cows. **Journal of Dairy Science** 38, 73-79, 1955.

CASTILLO, J.H., RUÍZ, Z.T., OLIVERA, M., JIMÉNEZ, C.. Reactivación ovárica postparto en vacas cebú brahman con relación al peso y condición corporal. **Rev. Col. Cienc. Pec.** 10, 12-18, 1997

COPELIN, J. P., SMITH, M. F., KEISLER, D.H., GARVERICK, H. A. Effect of active immunization of pre-partum and post-partum cows against prostaglandin $F_{2\alpha}$ on lifespan and progesterone secretion of lived corpora lutea. **Journal of Reproduction and Fertility** 87, 199-207, 1989.

FAOSTAT Agriculture Data. Produced by Food and Agriculture Organization of United Nations. Disponível em: <<http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture>>. Acesso em: 30 abr. 2002.

GARCIA-WINDER, M., IMAKAWA, K., DAY, M. L., ZALESKY, D. D., KITTOCK, R. J., KINDER, J. E. Effect of suckling and ovariectomy on the control of luteinizing hormone secretion during the postpartum period in beef cows. **Biology of Reproduction** 31, 771-778, 1984.

GAZAL, O. S., LESHIN, L. S. STANKO, R. L., THOMAS, M. G., KEISLER, D. H., ANDERSON, L. L., WILLIAMS, G. L. 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. **Biology of Reproduction** 59, 676-683, 1998.

GREGG, D. W., MOSS, G. E., HUDGENS, R. E., MALVEN, P. V. Endogenous opioid modulation of luteinizing hormone and prolactin secretion in postpartum ewes and cows. **Journal of Animal Science** 63, 838-847, 1986.

GRIMARD, B., HUMBLLOT, P., PONTER, A. A., MIALOT, J. P., SAUVANT, D., THIBIER, M. Influence of postpartum energy restriction on energy status, plasma LH and oestradiol secretion and follicular development in suckled beef cows. **Reprod. Nutr. Dev.** 37, 129-140, 1997.

GUIBAULT, L. A., THATCHER, W. W., DROST, M., HAIBEL, G. K. Influence of a physiological infusion of prostaglandin $F_{2\alpha}$ into postpartum cows with partially

suppressed endogenous production of prostaglandins. 1. Uterine and ovarian morphological responses. **Theriogenology** 27, 931-946, 1987.

GUIBAULT, L. A., VILLENEUVE, P., DUFFOUR, J. J. Failure of exogenous prostaglandin $F_{2\alpha}$ to enhance uterine involution in beef cows. **Canadian Journal of Animal Science** 68, 669-676. 1988.

IRVIN, H. J., ZAIED, A. A., DAY, B. N., GARVERICK, H. A. GnRH induced LH release in suckled beef cows. I. The effects of days postpartum and estradiol-17 β concentrations on the release of LH following administration of GnRH. **Theriogenology**; 15, 443-448, 1981.

IZARD, M.K., VANDENBERGH, J.G. Priming pheromones from oestrus cows increase synchronization in dairy heifers after PGF alpha injection. **Journal of Reproduction and Fertility** 66, 189 -192, 1982.

KESLER, D. J., GARVERICK, H. A., YOUNGQUIST, R. S., ELMORE, R. G., BIERSCHWAL, C. J. Effect of days postpartum and endogenous reproductive hormones on GnRH-induced LH release in dairy cows. **Journal of Animal Science** 46, 797-803, 1977.

KESLER, D. L., TROXEL, T. R., HIXON, D. L. Effect of days postpartum and exogenous GnRH on reproductive hormone and ovarian changes in postpartum suckled beef cows. **Theriogenology** 13, 287-296, 1980.

KING, G. J., MACLEOD, G. K. Reproduction function in beef cows calving in the spring or fall. **Animal Reproduction Science** 6, 255-266, 1984.

LABHSETWAR, A. P., COLLINS, W. E., TYLER, W. J., CASIDA, L. E. Some pituitary-ovarian relationships in periparturient cow. **Journal of Reproduction and Fertility**. 8, 85, 1964.

LAMB, G. C., LYNCH, J. M., GRIEGER, D. M., MINTON, J. E., STEVENSON, J. S. Ad libitum suckling by an unrelated calf in the presence or absence of a cow's own calf prolongs postpartum anovulation. **Journal of Animal Science** 75, 2762-2769, 1997.

MADEJ, A., KINDAHL, H., WOYNO, W., EDQVIST, L-E., STUPNICKI, R. Blood levels of 15-keto-13,14-dihydro-prostaglandin $F_{2\alpha}$ during the postpartum period in primiparous cows. **Theriogenology** 21, 279-287, 1984.

MURPHY, M. G., BOLAND, M. P., ROCHE, J. F. Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post-partum beef suckled cows. **Journal of Reproduction and Fertility** 90, 523-533, 1990.

NETT, T. M. Function of the hypothalamic-hypophysial axis during the post-partum period in ewes and cows. **Journal of Reproduction and Fertility**, suppl. 34, 201-213, 1987.

NETT, T. M., CERMAK, D., BRADEN, T., MANNS, J., NISWENDER, G. Pituitary receptors for GnRH and estradiol, and pituitary content of gonadotropins in beef cows.

II. Changes during the postpartum period. **Domestic Animal Endocrinology** 5, 81-89, 1988.

PECK, D. D., THOMPSON, F. N., JERNIGAN, A., KISER, T. E. Effect of morphine on serum gonadotropin concentrations in oestpartum beef cows. **Journal of Animal Science** 66, 2930-2936, 1988.

PERRY, R. C., CORAH, L. R., KIRACOFE, G. H., STEVENSON, J. S., BEAL, W. E. Endocrine changes and ultrasonography of ovaries in suckled beef cows during resumption of postpartum estrous cycles. **Journal of Animal Science** 69, 2548-2555, 1991.

PETERS, A. R., LAMMING, G. E., FISHER, M. W. A comparison of plasma LH concentrations in milked and suckling post-partum cows. **Journal of Reproduction and Fertility** 62, 567-573, 1981.

RAWLINGS, N. C., WEIR, L., TODD, B., MANNS, J., HYLAND, J. H. Some endocrine changes associated with post-partum period of suckling beef cow. **Journal of Reproduction and Fertility** 60, 301-308, 1980.

ROCHE, J. F., CROWE, M. A., BOLAND, M. P. Postpartum anoestrus in dairy and beef cows. **Animal Reproduction Science** 28, 371-378, 1992.

RUND, L. A., LESHIN, L. S., THOMPSON, F. N., RAMPACEK, G. B., KISER, T. E. Influence of the ovary an suckling on luteinizing hormone response to naloxone in postpartum beef cows. **Journal of Animal Science** 67, 1527-1531, 1989.

RUTTER, L. M., RANDEL, R. D. Postpartum nutrient intake and body condition: effect on pituitary function and onset of oestrus in beef cattle. **Journal of Animal Science** 58, 265-274, 1984.

RYAN, D. P., SPOON, R. A., GRIFFITH, M. K., WILLIAMS, G. L. Ovarian follicular recruitment, granulosa cell steroidogenic potential and growth hormone / insuline-like growth factor-I 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, 1994.

SCHALLENBERGER, E. Gonadotrophins and ovarian steroids in cattle. III. Pulsatile changes of gonadotrophin concentrations in the jugular vein postpartum. **Acta Endocrinol.** 109, 37-43, 1985.

SHIVELY, T. E., WILLIAMS, G. L. Patterns of tonic luteinizing hormone release and ovulation frequency in suckled anestrous beef cows following varying intervals of temporary weaning. **Domestic Animal Endocrinology** 6, 379-387, 1989.

SHORT, R. E., BELLOWS, R. A., STAIGMILLER, R. B., BERARDINELLI, J. G., CUSTER, E. E. Physiological mechanisms controlling anoestrus and infertility in postpartum beef cattle. **Journal of Animal Science** 68, 799-816, 1990.

SIMPSON, R. B., ARMSTRONG, J. D., HARVEY, R. W. Effect of prepartum administration of growth hormone-releasing factor on somatotropin, insulin-like growth factor I, milk production, and postpartum return to ovarian activity in primiparous beef heifers. **Journal of Animal Science** 70, 1478-1487, 1992.

SPICER, L. J., CONVEY, E. M., LEUNG, K., SHORT, R. E., TUCKER, H. A. Anovulation in postpartum suckled beef cows. II. Associations among binding of ¹²⁵I-labeled gonadotropins to granulosa and thecal cells and concentrations of steroids in serum and various sized ovarian follicles. **Journal of Animal Science** 62, 428-451, 1986a.

SPICER, L. J., LEUNG, K., CONVEY, E. M., GUNTHER, J., SHORT, R. E., TUCKER, H. A. Anovulation in postpartum suckled beef cows. I. Associations among size and numbers of ovarian follicles, uterine involution, and hormones in serum and follicular fluid. **Journal of Animal Science** 62, 734-741, 1986b.

STAGG, K., SPICER, L. J., SREENAN, J. M., ROCHE, J. F., DISKIN, M. G. 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 energy levels postpartum. **Biology of Reproduction** 59, 777-783, 1998.

STEVENSON, J. S., KNOPPEL, E. L., MINTON, J. E., SALFEN, B. E., GARVERICK, H. A. Estrus, ovulation, luteinizing hormone, and suckling-induced hormone in mastectomized cows with and without unrestricted presence of the calf. **Journal of Animal Science** 72, 690-699, 1994.

TROXEL, T. R., OPSOMER, M. J., KESLER, D. J. The effect of days postpartum, indomethacin and oxytocin on prostaglandin metabolite concentrations in postpartum suckled beef cows. **Theriogenology** 22, 187-196, 1984.

WALTERS, D. L., SMITH, M. F., HARMS, P. G., WILTBANK, J. N. Effect of steroids and 48 hr calf removal on serum luteinizing hormone concentrations in anestrous beef cows. **Theriogenology** 18, 349-356, 1982.

WILLIAMS, G. L., McVEY, W. R. Jr, HUNTER, J. F. Mammary somatosensory pathways are not required for suckling-mediated inhibition of luteinizing hormone secretion and delay of ovulation in cows. **Biology of Reproduction** 49, 1328-1337, 1993.

WILLIAMS, G. L., GRIFFITH, M. K. Sensory and behavioural control of gonadotrophin secretion during suckling-mediated anovulation in cows. **Journal of Reproduction and Fertility**, Suppl. 49, 463-475, 1995.

ZALESKY, D.D., DAY, M.L., GARCIA-WINDER, M., IMAKAWA, K., KITTOK, R.J., D'OCCHIO, M.J., KINDER, J.E.. Influence of exposure to bulls on resumption of estrous cycles following parturition in beef cows. **Journal of Animal Science** 59, 1135-1139, 1984