

FATORES QUE INTERFEREM NA EFICIÊNCIA REPRODUTIVA DE RECEPTORAS DE EMBRIÃO BOVINO

Luiz Carlos Cesar da Costa Filho¹

Vanessa Lopes Dias Queiroz²

Lorena Silva da Rosa³

Carmem Estefânia Serra Neto Zúccari⁴

Eliane Vianna da Costa e Silva⁵

COSTA FILHO, L. C. C. da; QUEIROZ, V. L. D.; ROSA, L. S. da; ZÚCCARI, C. E. S. N.; COSTA e SILVA, E. V. da. Fatores que interferem na eficiência reprodutiva de receptoras de embrião bovino. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR*, Umuarama, v. 16, n. 2, p. 201-208, jul./dez. 2013.

RESUMO: As receptoras de embriões utilizadas no Brasil, normalmente, são animais mestiços (*Bos taurus x Bos indicus*), o que as tornam mais susceptíveis às variações ambientais devido ao componente genético taurino. O objetivo dessa revisão é identificar os fatores intrínsecos (corpo lúteo, progesterona, sincronia doadora vs. receptora, protocolos de sincronização, qualidade do embrião, dificuldade na inovação e ordem da inovação) e os extrínsecos (nutricionais, manejo e ambiente, raça e categoria animal) que interferem na eficiência reprodutiva das receptoras de embrião. As receptoras precisam estar aptas a receberem o embrião no dia da inovação, para assim levar a gestação a termo. O manejo nutricional deve ser um aliado, mantendo o escore de condição corporal da receptora sempre adequada entre 2,75 a 4 (escala de 1 a 5). O manejo dos animais deve ter uma visão multidisciplinar, observando as possibilidades de minimizar o estresse sofrido pelas fêmeas, de acordo com as condições de cada propriedade. O estresse térmico por calor interfere nos resultados dos programas de transferência de embrião. Medidas simples como manter as receptoras em ambiente sombreado, com água e comida enquanto aguardam a inovação podem melhorar a taxa de prenhez. A transferência deve ser feita de preferência nos horários de clima mais ameno.

PALAVRAS-CHAVE: Bovinos. Produção de embrião *in vitro*. Reprodução animal. Taxa de prenhez.

FACTORS AFFECTING THE REPRODUCTIVE EFFICIENCY OF BOVINE EMBRYO RECIPIENTS

ABSTRACT: The embryo recipients utilized in Brazil are often crossbred (*Bos taurus x Bos indicus*), making them more susceptible to climatic variations due to the taurean genetic component. The aim of this review is to identify the intrinsic factors (corpus luteum, progesterone, synchronization between donor and recipient, synchronization protocols, embryo quality, difficulty in inovation and inovation order) as well as extrinsic factors (nutritional, handling and environment, breed and animal category) affecting the reproductive efficiency of embryo recipients. The recipients need to be ready to receive the embryo on the inovation day in order to carry pregnancies to term. Nutritional management can be an ally, maintaining the body condition score of the recipients always adequate, between 2.75 and 4 (in a range from 1-5). The handling of animals must have a multidisciplinary approach, verifying the possible opportunities to minimize the stress experienced by females, according to the conditions of each property. The heat stress interferes in the results of embryo transfer programs. Simple actions such as keeping the recipients under shade, with food and water while waiting for inovation might improve the pregnancy rate. The transfer must be made preferably during the cooler periods of the day.

KEYWORDS: Bovine. *In vitro* embryo production. Animal reproduction. Pregnancy rates.

FACTORES QUE INTERFIEREN EN LA EFICACIA REPRODUCTIVA DE RECEPTORAS DE EMBRIONES BOVINOS

RESUMEN: Las receptoras de embriones, utilizadas en Brasil, normalmente, son animales mestizos (*Bos taurus x Bos indicus*), lo que las hacen más susceptibles a las variaciones ambientales debido al componente genético taurino. El objetivo de esta revisión es identificar los factores intrínsecos (cuerpo lúteo, progesterona, sincronía donante vs. receptora, protocolos de sincronización, calidad del embrión, dificultad en la inovulación y orden de la inovulación) y los extrínsecos (nutricionales, manejo, ambiente, raza y categoría animal), que interfieren en la eficacia reproductiva de las receptoras de embrión. Las receptoras necesitan estar aptas a recibir el embrión en el día de la inovulación, para llevar el embarazo a término. El manejo

¹Programa de Pós Graduação em Ciência Animal / FAMEZ/UFMS, Campo Grande, MS, Brasil. Av. Felinto Miller, s/n° - Cidade Universitária, CEP 79070-900, Campo Grande, MS. Email: luizccesar@hotmail.com.

²Programa de Pós Graduação em Ciência Animal / FAMEZ/UFMS, Campo Grande, MS, Brasil. Av. Felinto Miller, s/n° - Cidade Universitária, CEP 79070-900, Campo Grande, MS.

³Programa de Pós Graduação em Ciência Animal / FAMEZ/UFMS, Campo Grande, MS, Brasil. Av. Felinto Miller, s/n° - Cidade Universitária, CEP 79070-900, Campo Grande, MS.

⁴Professora da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Av. Felinto Miller, s/n° - Cidade Universitária, CEP 79070-900, Campo Grande, MS.

⁵Professora da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Av. Felinto Miller, s/n° - Cidade Universitária, CEP 79070-900, Campo Grande, MS. Email: eliane.silva@ufms.br.

nutricional deve ser un aliado, manteniendo el escore de condición corporal de la receptora, siempre adecuado entre 2,75 a 4 (escala de 1 a 5). El manejo de los animales debe tener una visión multidisciplinar, observando las posibilidades de minimizar el estrés sufrido por las hembras, de acuerdo con las condiciones de cada propiedad. El estrés térmico, por calor, interfiere en los resultados de los programas de transferencia de embrión. Medidas sencillas como mantener las receptoras en ambiente con sombra, agua y comida, mientras aguardan la inovulación, pueden mejorar la tasa de preñez. La transferencia debe ser hecha, de preferencia, en los horarios de clima más ameno.

PALABRAS CLAVE: Bovinos. Producción de embriones *in vitro*. Reproducción animal. Taza de preñez.

Introdução

A partir da década de 80 a multiplicação genética populacional dos bovinos, pelo uso de biotecnologias da reprodução, deixou de ser exclusividade dos machos, pela inseminação artificial (IA). O patrimônio genético das matrizes passou a ser amplamente multiplicado com a produção de embriões, primeiramente *in vivo* e mais recentemente e em maior escala embriões produzidos *in vitro*, possibilitando melhorias na eficiência reprodutiva das fêmeas bovinas, contribuindo para uma maior progênie durante a vida produtiva da matriz (OYUELA; JIMENEZ, 2010).

A produção nacional e mundial de embriões bovinos vem crescendo ano após ano com destaque para o Brasil, principalmente, quando se consideram os obtidos pela técnica de produção *in vitro* de embriões (PIV). Em 2009 os números aproximaram-se de 300 mil embriões (VIANA et al., 2010). No entanto, apenas os valores brutos não revelam a eficiência da técnica, pois é necessário analisar a taxa de recuperação de ovócitos na OPU, a eficiência da PIV e a taxa de prenhez.

Os cuidados com essas receptoras devem ser iniciados bem antes da transferência de embriões (TE) propriamente dita. O manejo das doadoras e receptoras, bem como sua saúde reprodutiva são pontos importantes para os resultados finais. Entretanto, nos programas de TE, a atenção despendida é especialmente voltada para a doadora, deixando as receptoras em segundo plano de manejo, o que se reflete em baixa taxa de gestação e alta taxa de mortalidade embrionária (FERNANDES, 1999).

Sob essa perspectiva, o objetivo dessa revisão é identificar e discutir os fatores intrínsecos (corpo lúteo, progesterona, sincronia doadora e receptora, protocolos de sincronização, qualidade de embrião, dificuldade na inovulação e ordem da inovulação) e os extrínsecos (nutricionais, manejo e ambiente, raça e categoria animal) que interferem na eficiência reprodutiva das receptoras de embrião.

Desenvolvimento

Vários aspectos interferem na taxa de prenhez das receptoras. Os fatores extrínsecos podem ser basicamente nutricionais, manejo, fatores ambientais e suas interações. Já os intrínsecos são mais complexos e envolvem hormônios, morfologia e qualidade de corpo lúteo (CL), produção de progesterona (P_4), contratilidade uterina, embrião, estágio de desenvolvimento embrionário, sincronia entre doadora e receptora além das possíveis interações entre os mesmos (OYUELA; JIMENEZ, 2010).

Um ponto de estrangulamento para a eficiência de um programa de TE é o custo fixo de manutenção de um grande número de receptoras por doadora. É necessário entender os fatores que geram variações nos resultados de

programas de TE para, então, buscar soluções e aumentar a taxa de aproveitamento e prenhez, diminuindo perdas com protocolos e, assim, reduzir custos de produção (FUCK et al., 2002).

FATORES INTRÍNSECOS

Corpo Lúteo

A formação do CL ocorre a partir de alterações morfológicas e bioquímicas nas células da teca e da granulosa do folículo pré-ovulatório, fenômeno resultante da elevação da concentração e pulsatilidade do hormônio luteinizante (LH). A principal função do CL é a produção de P_4 , a qual exerce vários efeitos biológicos no organismo (VIEIRA et al., 2002).

Trabalhando com palpção transretal no dia da inovulação, Vieira et al. (2002) não encontraram diferenças na taxa de prenhez quando compararam CLs, classificados como pequeno, médio e grande. A alternativa para minimizar esse descarte das receptoras é a ultrassonografia, por permitir uma completa visualização da estrutura do CL e mensuração objetiva das suas dimensões. O tamanho do CL está relacionado com a produção de P_4 , mas esse incremento pode apresentar resultados distintos quanto à taxa de gestação.

Utilizando o protocolo "Ovulation Synchronization" (OvSynch) para receptoras, Baruselli et al. (2000a) encontraram maior taxa de prenhez para fêmeas que apresentaram CL com maior área e concentração de P_4 circulante no dia 6 do ciclo estral (Tabela 1). Da mesma forma, Binelli et al. (2001) observaram a mesma correlação. Nogueira et al. (2012) encontraram diferença significativa na taxa de prenhez de receptoras que apresentaram maior diâmetro de CL ($20,3 \pm 4,1$ mm) no momento da inovulação, quando comparadas àquelas não gestantes ($18,6 \pm 3,4$ mm). No entanto, no trabalho de Leal et al. (2009) não foi observada interferência do tamanho do CL sobre a prenhez de receptoras de embrião, pois CLs classificados como pequenos (<15 mm), médios (≥ 15 a < 25 mm) e grandes (≥ 25 mm), resultaram em 60%, 38,9%, 70% de prenhez, respectivamente.

Tabela 1: Concentração de progesterona, taxa de prenhez de acordo com a área do corpo lúteo no dia 6 do ciclo estral de receptoras de embrião bovino (*Bos taurus x Bos indicus*)

Área do Corpo Lúteo (cm ²)	n	Concentração de P ₄ (ng/mL)	Área média do CL (cm ²)	Taxa de prenhez (%)
CL1 (>2,0)	77	2,44 ± 0,86 ^a	2,66 ± 0,51	58,4 ^d
CL2 (1,5 a 2,0)	41	1,75 ± 0,69 ^b	1,74 ± 0,10	41,5 ^e
CL3 (< 1,5)	22	0,96 ± 0,56 ^c	1,19 ± 0,20	31,8 ^f

Adaptado de Baruselli et al. (2000a). a, b, c (P<0,01); d, e, f (P<0,05)

Outro ponto de questionamento é o efeito da estrutura macroscópica dos CLs, cavitários ou compactos, sobre a taxa de prenhez de receptoras de embrião. Trabalhos mostram não haver diferença na taxa de gestação das fêmeas com CLs de distintas morfologias (Marques et al., 2002; Barreiros et al., 2006; Nogueira et al., 2012). Nesse sentido, fêmeas que apresentaram CL compacto (n = 120) e CL cavitário (n = 34) não apresentam taxa de prenhez estatisticamente diferentes, 38,3 vs 41,1%, respectivamente (BARREIROS et al., 2006).

Bó et al. (2002) avaliaram um protocolo com 400 UI de eCG no dia 5, e verificaram que apenas 2% das ovulações foram duplas em receptoras cruzadas. No entanto, nesse tratamento os CLs, apesar de únicos, eram maiores, e o grupo controle resultou em 41,7% (53/127) de receptoras gestantes e o grupo tratado com eCG em 57,6% (76/132) de fêmeas gestantes, apresentando diferença significativa.

Utilizando 77 novilhas (64 inovuladas) de 18 a 30 meses mestiças Simental, com peso médio de 400 kg, Fuck et al. (2002) administraram diferentes doses de eCG, entre os dias 7 a 12 do ciclo estral e encontraram aumento no número de CL (até 400 UI). O nível plasmático de P₄ aumentou significativamente em função do número de CL, porém não se observou relação entre a concentração de P₄ e prenhez (Tabela 2). A dose de 200 UI de eCG mostrou-se suficiente para sincronizar as fêmeas tornando-se uma opção interessante, uma vez que promove a redução de custos e mantém a mesma taxa de prenhez quando comparado aos demais tratamentos.

Tabela 2: Influência da dose de gonadotrofina coriônica equina no tratamento de receptoras bovinas, entre os dias 7 e 12 do ciclo estral, sobre a taxa de prenhez, número de corpos lúteos e concentração plasmática de progesterona.

Tabela 2: Influência da dose de gonadotrofina coriônica equina no tratamento de receptoras bovinas, entre os dias 7 e 12 do ciclo estral, sobre a taxa de prenhez, número de corpos lúteos e concentração plasmática de progesterona.

Parâmetros	Tratamentos			
	Controle	200 UI	400 UI	600 UI
n	25	17	19	16
Receptoras inovuladas	21 (84%)	14 (82,3%)	16 (84,2%)	13 (81,2%)

Taxa de prenhez (%)	52,4	71,4	56,2	53,8
CL (n)	1,05 ± 0,22 ^a	1,28 ± 1,07 ^a	2,20 ± 2,34 ^b	1,00 ± 0,00 ^a
Progesterona (ng/ml)	2,80 ± 1,88	3,70 ± 1,95	5,80 ± 5,76	3,11 ± 2,90

Adaptado de Fuck et al. (2002). Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas (P<0,05) pelo teste F.

Estratégias para aumentar a taxa de prenhez de receptoras foram testadas por Nasser et al. (2004) por meio da formação de CL acessórios ou CLs de maior tamanho, utilizando 400 UI de gonadotrofina coriônica equina (eCG) nos dias 5 ou 8 do protocolo de sincronização das receptoras. A taxa de prenhez não aumentou significativamente, 47 vs 40,7%, respectivamente. De acordo com Reis et al. (2004), a taxa de aproveitamento (87 vs. 81,7) e de prenhez (44,1 vs. 36,6) observada nos animais que receberam eCG no dia 5 do tratamento foi superior à das receptoras tratadas no dia 8. Estes autores também relatam que no dia 5 houve uma maior indução na formação de maior número de CLs quando comparado ao dia 8.

O uso de maiores doses de eCG em dias distintos do protocolo justifica-se na tentativa de formação de CLs acessórios visando uma maior produção de P₄, porém na literatura existem pesquisadores (NOGUEIRA et al., 2004; LEAL et al., 2009) demonstrando não haver relação entre a concentração plasmática de P₄ e a taxa de prenhez de receptoras.

Progesterona

Apesar de P₄ ser fundamental para a manutenção da gestação, a relação dos seus níveis plasmáticos e a prenhez de bovinos ainda é muito controversa (REIS et al., 2004). Caldas et al. (1996) mediram a concentração plasmática de P₄ em receptoras bovinas, no dia da inovulação, e encontraram 100% de prenhez nas que apresentaram 4 ng/mL. Dividindo grupos de vacas de acordo com a concentração de P₄ no momento da inovulação, Reis et al. (2004) verificaram taxa de prenhez superior em receptoras à medida que a concentração de P₄ circulante foi aumentada (Tabela 3), em 542 transferências, realizadas em três propriedades diferentes.

Os níveis plasmáticos de P₄, no momento da inovulação influenciaram significativamente a prenhez de receptoras no experimento de Costa e Silva et al. (2010), os valores encontrados para fêmeas gestantes e não gestantes foram de 35,78 ± 19,07 e 28,59 ± 17,55 ng/mL respectivamente, trabalhando com novilhas mestiças.

Leal et al. (2009), Costa et al. (2011) e Nogueira et al. (2012) não encontraram diferenças significativas entre a concentração plasmática de P₄ no momento da inovulação de receptoras gestantes comparadas às não gestantes.

Tabela 3: Taxa de prenhez em relação à concentração plasmática de progesterona no dia da inovulação de receptoras de embrião

P ₄ (ng/mL)	Prenhez (%)
0 a 0,99	39,2 ^a
1,00 a 1,99	44,6 ^{ab}

2,00 a 2,99	46,0 ^{ab}
3,00 a 3,99	55,7 ^b
≥ 4,00	52,3 ^b

Adaptado de Reis et al. (2004). Letras diferentes na coluna indicam diferenças significativas em nível de ($P < 0,05$) pelo teste de Qui-quadrado.

Taxa de prenhez significativamente maior foi encontrada em receptoras de embrião por Baruselli et al. (2000b), trabalhando com sincronização de estro utilizando protocolo com eCG no D5. As fêmeas tratadas apresentaram $4,2 \pm 3,7$ ng/mL de P_4 e taxa de prenhez de 42%, e o grupo controle 1,3 ng/mL e 10%.

No intuito de aumentar os níveis circulantes de P_4 , Nogueira et al. (2004) trataram receptoras, submetidas a TE em tempo fixo (TETF), com diferentes doses (200, 400 e 600 UI) de eCG, a taxa de prenhez não foi influenciada pelo aumento do nível de P_4 .

O uso de eCG no momento da emergência de uma nova onda folicular é eficaz para superestimular o crescimento folicular e o desenvolvimento de um ou mais folículos dominantes de maior diâmetro e determinar, além de maior número de CL (ou CL único maior), maior concentração plasmática de P_4 e maior taxa de prenhez (BARUSELLI et al., 2000b, BARUSELLI et al., 2008).

Uma alternativa é suplementar as receptoras com ácidos graxos poli-insaturados (AGPs), na tentativa de aumentar o tamanho do CL e a concentração de P_4 . O uso de AGPs (ácido linoleico n-6 e ácido linolênico n-3) na suplementação de receptoras de embrião aumentou o tamanho e o volume do CL (JONES; LAMB, 2008). Lopes et al. (2009) encontraram acréscimo de prenhez de 11,9% para fêmeas tratadas com AGPs pós protocolo de sincronização até 21 dias da inovulação, evidenciando a necessidade, apenas nesse período, do fornecimento de AGPs para as novilhas.

Embrião

A TE a fresco ou congelado, o estágio de desenvolvimento, a qualidade e a origem do embrião são fatores que podem interferir nos índices reprodutivos de receptoras dos programas (JONES; LAMB, 2008).

Hasler (2001) observou variação na taxa de prenhez de novilhas da raça Holandesa, usadas como receptoras, de acordo com a qualidade dos embriões, congelados e a fresco (Tabela 4).

Tabela 4: Influência da qualidade do embrião, à fresco ou congelado, no momento da inovulação na taxa de prenhez de receptoras

Embriões Qualidade	à fresco		Congelados	
	Inovulações	%	Inovulações	%
Grau I	4163	73,2 ^a	2482	62,8 ^a
Grau II	3156	68,3 ^b	2329	56,8 ^b
Grau III	1641	56,3 ^c	454	43,6 ^c
Grau IV	61	47,5 ^c	22	36,4 ^c

Adaptado de Hasler (2001). a, b, c na mesma coluna ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey

Na mesma de pesquisa, dados de 4.296 TE mostram que receptoras inovuladas com embriões de qualidade excelente (classe excelente, bom e regular) apresentaram aumento na taxa de prenhez da ordem de 33,26% (PEIXOTO et al., 2004). Chabel et al. (2008) utilizaram vacas Holandesas e encontraram resultados similares, Tabela 5.

Tabela 5: Taxa de prenhez em relação a qualidade dos embriões transferidos à fresco, oriundos das técnicas de produção *in vitro* de embriões e superovulação da raça Holandesa

Embriões	Inovulações	Prenhez	
		n	%
Grau I	746	443	59,4 ^a
Grau II	292	157	53,8 ^b
Grau III	145	51	35,2 ^c

Adaptado de Chebel et al. (2008). a, b, c ($P < 0,01$)

Sincronia doadora x receptora

A manipulação do ciclo estral das receptoras permite melhorar os resultados da TE, pois é possível ter um CL funcional no momento da inovulação, aumentando a concentração plasmática de P_4 e conseguindo um ambiente mais propício para manter a gestação (JONES; LAMB, 2008).

É essencial a sincronia do ciclo estral de doadoras e receptoras, para que o embrião da doadora e o útero da receptora a ser inovulada estejam no mesmo estágio fisiológico de desenvolvimento. Essa sincronia garante bons resultados de prenhez. Quando o estro das receptoras e doadoras e/ou aspiração das doadoras coincidem é esperada maior taxa de gestação. As taxas começam a cair quando a assincronia do estro entre doadoras e receptoras é maior que 24 horas (SPELL et al., 2001).

Em um trabalho feito com 4.296 inovulações de embriões produzidos *in vivo*, Peixoto et al. (2004) encontraram prenhez significativamente maior para receptoras que apresentaram estro um dia antes ou depois das doadoras (incremento de 46,62%).

Protocolos de sincronização do estro

Um dos maiores custos das biotécnicas da reprodução como a TE e PIV é a necessidade de manutenção de um grande número de receptoras por doadora, e muitas vezes essas não são utilizadas. No entanto, o uso de protocolos de sincronização pode possibilitar um maior aproveitamento das receptoras, diminuindo o custo fixo (FUCK et al., 2002).

O custo-benefício de um protocolo pode ser considerado satisfatório, quando resulta em taxa de prenhez entre 45 a 50%, principalmente pelo fato de que este tratamento elimina a necessidade de identificação de estro (BÓ et al., 2004).

Protocolos que utilizam benzoato de estradiol (BE), prostaglandina $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$), implantes intravaginais de P_4 e eCG têm apresentado bons resultados na taxa de prenhez de receptoras de embrião (BARUSELLI et al., 2000b).

O uso de eCG em protocolos de sincronização de receptoras é amplamente difundido, e possui resultados consolidados. Rigolon et al. (1999) compararam as recep-

toras tratadas com 330 UI de eCG com o grupo controle e observaram um aumento de 12,8% na taxa de prenhez das fêmeas tratadas (68,9%; n=30) em relação ao controle, que apresentaram 56%. O número de CLs também foi afetado pelo tratamento (2,1 vs 1,0 CL para tratadas e controle, respectivamente).

Nasser et al. (2004) obtiveram melhores resultados de prenhez e aproveitamento de receptoras ao utilizarem TETF, adotando protocolo com BE, dispositivo de liberação de P₄ no D0 e eCG no D5.

Taxa de gestação significativamente maior foi encontrada por Baruselli et al., (2000b) para fêmeas tratadas com 800 UI de eCG quando comparadas com o grupo controle (42 vs 10%) respectivamente.

Trabalhando com 154 receptoras, Bó et al. (2004) observaram maior número de CL (1,4±0,1) e maior concentração plasmática de P₄ (2,4 ± 0,3 ng/mL) no dia 17 (dia da inovulação) em novilhas tratadas com eCG no D5 do protocolo, comparadas às novilhas que receberam eCG no D8 (1,1 ± 0,1 CL e 1,7 ± 0,2 ng/mL de P₄), evidenciando que o momento da aplicação do eCG tem efeito nos resultados do protocolo, sugerindo que a utilização de eCG no D5 tende a aumentar a prenhez. A variação nos níveis de P₄, em função do número de CL, foi linear, com incremento de 2,15 ng/mL para cada CL adicional, promovido pelo eCG.

Estro natural

Este manejo apresenta como vantagem o menor custo, uma vez que não se utiliza protocolos hormonais, entretanto, a observação correta da manifestação do estro e o maior número de animais disponíveis pode se tornar uma desvantagem. Conforme achados de Morais et al. (2013) e Jacques et al. (2013), não há diferença estatística na taxa de prenhez comparando o estro natural e a utilização de tratamentos hormonais para inovulação de embriões.

Dificuldades na inovulação

Resultados significativamente maiores na taxa de prenhez foram verificados nos animais que não tiveram efeito da dificuldade de transposição da cérvix no momento da inovulação de embriões de PIV (BARCÉLO-FIMBRE et al., 2009). O grupo (n=40) que não teve problemas na inovulação atingiu 53% de prenhez, enquanto as que apresentaram dificuldade (n=33) tiveram 21%.

Em um trabalho com 337 animais, Ribeiro Filho et al. (2011) observaram taxa de gestação significativamente maior para novilhas inovuladas sem dificuldade de transposição cervical (54,36%) quando comparadas com as que apresentaram dificuldade (36,21%). Porém, quando as fêmeas com e sem dificuldade foram tratadas com inibidor da PGF₂α não houve diferença nas taxas de prenhez.

Ordem de inovulação

As receptoras de embrião são inovuladas, antes de serem descartadas, por até três vezes. Nasser et al. (2004) relatam que as novilhas transferidas por duas vezes não apresentam perdas significativas na taxa de prenhez, porém na terceira inovulação observa-se uma queda de 20%. Looney

et al. (2006) registraram perdas significativas de 12% já na segunda inovulação.

FATORES EXTRÍNSECOS

Manejo e ambiente

Uma das principais causas ambientais de variação nos resultados na TE é o estresse térmico (ET) por frio ou calor sofrido pelas receptoras. Fatores como alta temperatura, umidade e radiação podem reduzir a eficiência do animal em perder calor, levando ao estresse por calor (ETC), comprometendo a reprodução (SILVA et al., 2006). Novilhas que passam por ETC momentos antes e durante o processo de inovulação podem apresentar queda na taxa de prenhez (COSTA e SILVA et al., 2010).

Estudos feitos com embriões de PIV e de SOV, da raça Holandesa, encontraram diferença significativa na porcentagem de novilhas prenhes de acordo com a estação do ano. Durante o período mais quente a taxa de prenhez foi menor (52%) quando comparada com ao mais ameno (55,8%). Já, em vacas, esta diferença não foi observada, mostrando uma variação na adaptabilidade dos animais mais jovens e ainda em crescimento, os quais sofrem mais com o ETC (CHABEL et al., 2008).

Receptoras que não gestaram apresentaram a temperatura de pele significativamente mais alta (37,78 ± 1,05°C) no momento da inovulação, quando comparadas com as prenhes (37,31 ± 0,63°C), (COSTA e SILVA et al., 2010), mostrando que o ETC afeta significativamente a taxa de prenhez. Os resultados de gestação de Katayama et al. (2004) verificaram variação significativamente menor para receptoras que esperaram, sem sombra e sem água sob condições tropicais, por mais tempo no curral, para serem inovuladas (3h e 28 min. vs 2h e 50 min, não gestantes vs gestantes, respectivamente). Esse mesmo efeito não foi relatado por Costa e Silva et al. (2010), pois as receptoras aguardaram em piquetes para serem inovuladas, diminuindo os efeitos provocados pelo ETC, e aumentando a probabilidade de prenhez. As fêmeas que foram inovuladas mais tarde não tiveram influência do ETC, pois os horários coincidiram com as temperaturas mais amenas.

Raça e categoria animal

Looney et al. (2006) destacam que para novilhas a raça da receptora parece não influenciar os resultados de prenhez. Porém, quando são utilizadas vacas pluríparas de origem leiteira os resultados são inferiores quando comparados com fêmeas de raças de corte.

A raça da novilha utilizada como receptora influenciou a taxa de prenhez em experimento realizado por Nogueira et al. (2012) na região de Corumbá-MS. A raça Angus apresentou os menores valores quando comparada com as demais raças, Tabela 6, para características de tamanho de CL e P₄ circulante, no momento da inovulação, não houve interferência da raça das receptoras. Reforçando este achado, Andrade et al. (2012) utilizando receptoras das raças Nelore e Senepol, em Minas Gerais, também não observou diferença significativa.

Tabela 6: Concentração plasmática de progesterona (ng/dL), diâmetro do corpo lúteo (cm) e taxa de prenhez (%) de receptoras de embrião bovino de diferentes raças

Raça	N	P ₄ ¹	CL ¹	Taxa de Prenhez (%) ²
Marchegiana	22	1,58 ± 1,30 ^a	2,10 ± 0,29 ^a	59,2 ^a
Caracu	32	1,50 ± 1,11 ^a	1,88 ± 0,39 ^a	40,6 ^{ab}
Nelore	34	1,48 ± 1,05 ^a	1,92 ± 0,44 ^a	41,1 ^{ab}
Cruzadas	29	1,41 ± 0,89 ^a	2,10 ± 0,42 ^a	48,3 ^{ab}
Angus	30	1,07 ± 0,40 ^a	1,96 ± 0,33 ^a	33,3 ^b

Adaptado de Nogueira et al. (2012). Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas (P>0,05) pelo teste de Tukey¹ e Qui-quadrado².

Nutricionais

A nutrição já é reconhecida como um dos fatores que podem alterar a fisiologia reprodutiva de fêmeas bovinas. Deficiências vitamínicas e/ou minerais, efeitos deletérios de compostos nitrogenados e altos níveis energéticos, balanço energético negativo, queda de escore de condição corporal (ECC) são alguns dos aspectos negativos relacionados à eficiência da reprodução de bovinos (OYUELA; JIMENEZ, 2010; SARTORI; GUARDIEIRO, 2010).

Fêmeas com ECC intermediários 2 e 3 (escala de 1, caquético a 5, obeso) apresentam melhores resultados de prenhez (STROUD; HASLER, 2006).

O alto consumo de energia para tentar suprir deficiências de manejo pode afetar negativamente a fertilidade de fêmeas bovinas. A alta ingestão de matéria seca (IMS)/energia pode alterar o metabolismo de hormônios esteroides, aumentando as concentrações plasmáticas de insulina e fator de crescimento semelhante a insulina (IGF-I), o que pode levar a um reflexo negativo nos resultados de gestação (SARTORI; GUARDIEIRO, 2010). O IGF-I é correlacionado com a nutrição e atua na reprodução aumentando a sensibilidade dos folículos ao FSH e LH, sendo também necessário à formação e funcionalidade do CL (PIRES; RIBEIRO, 2006), muito importante nas receptoras.

A proteína e o nitrogênio não proteico, quando utilizados em alta concentração, podem levar a efeitos negativos sobre a eficiência reprodutiva, uma vez que elevam as concentrações plasmáticas de ureia e amônia, diminuindo o pH luminal uterino durante a fase lútea inicial, alterando também a secreção de glândulas endócrinas (SARTORI; GUARDIEIRO, 2010).

A suplementação com AGPs pode potencializar as funções reprodutivas das fêmeas, provavelmente por inibir as respostas luteolíticas e aumentar a concentração circulante de P₄, o que contribui positivamente para a manutenção da gestação (SARTORI; GUARDIEIRO, 2010). Os AGPs podem elevar a fertilidade em bovinos, aumentando o número e tamanho foliculares e o tamanho do CL (BILBY et al., 2006).

Em experimento com receptoras mestiças Lopes et al. (2009b) adicionaram à dieta desde o pós-protocolo de sincronização até 21 dias da inováção, Megalac-E® e encontraram acréscimo na taxa de prenhez de 11,9% (49,6% vs 37,7%) quando compararam ao grupo controle.

Quando a dieta apresenta uma baixa qualidade de

nutrientes e as receptoras de embrião passam por um período de subnutrição, ocorrem problemas que podem ser severamente relacionados a baixa ou a variação da fertilidade observada em programas de TE. A produção hormonal fica comprometida, pois a subnutrição pode influenciar a atividade ovariana (FERREIRA, 1993).

Pires e Ribeiro (2006) se reportam à publicações da década de 80, mostrando que fêmeas bovinas que passam por restrição alimentar durante o ciclo estral, apresentam problemas reprodutivos nos ciclos seguintes, diminuindo a concentração de P₄ circulante, produzida pelo CL. Os autores ainda explicam que as baixas concentrações de insulina e glicose no período de restrição afetam a função hipofisária e luteal.

Considerações Finais

A taxa de prenhez de receptoras de embrião é influenciada por vários fatores tanto intrínsecos quanto extrínsecos, que devem ser controlados, aumentando a chance de sucesso nos programas de TE.

Protocolos com o uso de 200UI de eCG resultam em uma resposta na taxa de prenhez, e tamanho de CL adequado para realizar a TE, semelhantemente às dosagens mais altas deste hormônio.

As novilhas devem ser a categoria animal de preferência na hora da escolha das fêmeas futuras receptoras de embrião.

O manejo dos animais deve ter uma visão multidisciplinar, verificando as possibilidades de minimizar o estresse sofrido pelas fêmeas, dentro das condições de cada propriedade. O ETC interfere nos resultados dos programas de TE, medidas simples como manter as receptoras em ambiente sombreado, com água e comida enquanto aguardam a inováção podem melhorar a taxa de prenhez. A inováção deve ser feita de preferência nos horários de clima mais ameno.

Referências

ANDRADE, G. A. et al. Fatores que afetam a taxa de prenhez de receptoras de embriões bovinos produzidos *in vitro*. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 36, n. 1, p. 66-69, 2012.

BARCELÓ-FIMBRE, M.; BRINK, Z.; SEIDEL JUNIOR, G. E. Effects of phenazine ethosulfate during culture of embryos on pregnancy rate, prenatal and postnatal development. **Theriogenology**, v. 71, n. 2, p. 355-368, 2009.

BARREIROS, T. R. R. et al. Comparação das taxas de prenhez entre receptoras com corpo lúteo cavitário ou compactos após protocolo de sincronização com cloprostenol ou transferência de embrião em tempo fixo. **Semina: Ciência Agrária**, Londrina, v. 27, n. 4, p. 657-664, 2006.

BARUSELLI, P. S. et al. Aumento da taxa de prenhez em receptoras de embrião bovino pela utilização do protocolo "ovsynch" com inováção em tempo fixo. **Arquivos da Faculdade de Veterinária UFRGS**, Porto Alegre, v. 28, p.

218, 2000a.

BARUSELLI, P. S. et al. Superestimulação ovariana de receptoras de embriões bovinos visando o aumento de corpos lúteos, concentração de P4 e taxa de prenhez. **Arquivos da Faculdade de Veterinária UFRGS**, Porto Alegre, v. 28, p. 218, 2000b.

BARUSELLI, P. S. et al. Importância do emprego da eCG em protocolos de sincronização para IA, TE e SOV em tempo fixo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO ANIMAL APLICADA, 3., 2008, Londrina. **Anais...** Londrina, 2008, p. 146-167.

BILBY, T. R. et al. Effects of dietary unsaturated fatty acids on oocyte quality and follicular development in lactating dairy cows in summer. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 10, p. 3891-3903, 2006.

BINELLI, M. et al. Antiluteolytic strategies to improve fertility in cattle. **Theriogenology**, v. 56, n. 9, p. 1451-1463, 2001.

BÓ, G. A. et al. The control of follicular wave development for self-pointed embryo transfer programs in cattle. **Theriogenology**, v. 57, p. 53-72, 2002.

BÓ, G. A. et al. Manipulação hormonal do ciclo estral em doadoras e receptoras de embrião bovino. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 32, p. 1-22, 2004.

CALDAS, M. C. S. et al. Concentração de progesterona plasmática em receptoras no dia da inovulação de embrião bovino descongelado, um indicativo de futura prenhez. **Arquivo da Faculdade de Veterinária da UFRGS**, Porto Alegre, v. 24, n. 1, p. 33-37, 1996.

CHABEL, R. C.; DEMÉTRIO, D. G. B.; METZGER, J. Factor affecting success of embryo collection and transfer in large dairy herds. **Theriogenology**, v. 69, n. 1, p. 98-106, 2008.

COSTA, E. P. et al. Uso da rbST no dia do estro em receptoras de embrião bovino criopreservados. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 12, n. 4, p. 712-717, 2011.

COSTA E SILVA, E. V. et al. Efeito do manejo e de variáveis bioclimáticas sobre a taxa de gestação em vacas receptoras de embrião. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 11, n. 2, p. 280-291, 2010.

FERNANDES, C. A. C. Inovulação não cirúrgica e taxa de gestação de receptoras de embrião. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 51, n. 3, p. 263-266, 1999.

FERREIRA, A. M. Nutrição e atividade ovariana em bovinos: uma revisão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 9, p. 1077-1093, 1993.

FUCK, E. J. et al. Uso da gonadotrofina coriônica equina

em receptoras de embrião para avaliar o incremento da progesterona endógena no dia da inovulação e sua correlação com a taxa de prenhez. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 4, p. 1119-1126, 2002.

HASLER, J. Factors affecting and fresh embryo transfer pregnancy rates in cattle. **Theriogenology**, v. 56, n. 9, p. 1401-1415, 2001.

JACQUES, G. D. et al. Fatores que afetam a taxa de prenhez de receptoras de embrião bovino. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 20., 2013, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: O Congresso, 2013. CD-ROM

JONES, A.; LAMB, G. Nutrition, synchronization, and management of beef embryo transfer recipients. **Theriogenology**, v. 69, n. 1, p. 107-115, 2008.

KATAYAMA, K. A. et al. Manejo de receptoras bovinas em programa de transferência de embriões e taxas de gestação: resultados preliminares. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADES BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, CD-ROM.

LEAL, L. S. et al. Avaliação do corpo lúteo, contratilidade uterina e concentrações plasmáticas de progesterona e estradiol em receptoras de embriões bovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 174-183, 2009.

LOONEY, C. R. et al. Improving fertility in beef cow recipients. **Theriogenology**, v. 65, n. 1, p. 201-209, 2006.

LOPES, C. N. et al. Effects of rumen protected polyunsaturated fatty acid supplementation on reproductive performance of *Bos indicus* beef cow. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 3935-3943, 2009.

MARQUES, M. O. et al. Efeito da cavidade do corpo lúteo na concentração plasmática de progesterona em novilhas *Bos taurus x Bos indicus* receptoras de embrião. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 26, p. 238-240, 2002.

MORAIS, M. E. O. et al. Comparação de diferentes métodos de manejo reprodutivo em receptoras de embrião bovino sobre a taxa de concepção. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 20, n. 2, p. 89-93, 2013.

NASSER, L. F. et al. Comparison of four synchronization protocols for fixed time embryo transfer in *Bos indicus x Bos taurus* recipients. **Theriogenology**, v. 62, n. 9, p. 1577-84, 2004.

NOGUEIRA, E. et al. Effect of breed and corpus luteum on pregnancy rate of bovine embryo recipients. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 9, p. 2129-2133, 2012.

NOGUEIRA, M. F. G. et al. Do high progesterone concentration decrease pregnancy rates in embryo recipients

synchronized with PGF2 α and eCG? **Theriogenology**, v. 61, n. 7-8, p. 1283-90, 2004.

Bioscience Journal, v. 18, n. 2, p. 99-102, 2002.

OYUELA, L. A.; JIMENEZ, C. Factores que afectan la tasa de preñes en programas de transferencia de embriones. **Revista de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 57, p. 191-200, 2010.

Recebido em: 17/06/2013

Aceito em: 19/12/2013

PEIXOTO, M. G. C. D. et al. Fatores que influenciaram a prenhez de embriões zebuínos em receptoras mestiças. In: Simpósio da Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 5., 2004, Pirassununga, **Anais...** Pirassununga: SBMA, 2004.

PIRES, A. V.; RIBEIRO, C. V. D. M. Aspectos da nutrição relacionados à reprodução. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 513-538.

REIS, E. L. et al. Aumento da taxa de concepção em receptoras de embrião bovino com maiores concentrações plasmáticas de progesterona no dia da inovulação. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 32, n. 1, 2004.

RIBEIRO FILHO, A. L. et al. Uso de inibidor da síntese de prostaglandinas em receptoras bovinas com ou sem dificuldade de transposição cervical. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 3, p. 819-827, 2011.

RIGOLON, L. P.; CAVALIERI, F. L. B.; BETINI, C. M. Utilização do PMSG na sincronização do cio em receptoras, no número de corpo lúteo e taxa de prenhez pós inovulação com embriões a fresco. Resultados preliminares. **Arquivo da Faculdade de Veterinária da UFRGS**, Porto Alegre, v. 27, n. 1, p. 282, 1999.

SARTORI, R.; GUARDIEIRO, M. M. Fatores nutricionais associados à reprodução da fêmea bovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 422-432, 2010.

SILVA, R. G.; MORAIS, P. A. E. F.; GUILHERMINO, M. M. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1192-1198, 2006.

SPELL, A. et al. Evaluating recipients and embryo factors that affect pregnancy rates of embryo transfer in beef cattle. **Theriogenology**, v. 56, n. 2, p. 287-299, 2001.

STROUD, B.; HASLER, J. F. Dissecting why superovulation and embryo transfer usually work on some farms but not on other. **Theriogenology**, v. 65, n. 1, p. 65-76, 2006.

VIANA, J. H. M. et al. Use of in vitro fertilization technique in the last decade and its effect on brazilian embryo industry and animal production. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 38, n. 2, p. 661-674, 2010.

VIEIRA, R. C. et al. Relação entre a morfologia do corpo lúteo e índice de prenhez em receptoras de embrião bovinos.