

## AVALIAÇÃO DE BIOTÉCNICAS DA REPRODUÇÃO SOB O FOCO AMBIENTAL

*(Evaluation of biotechnics of reproduction under the environmental focus)*

Antonio Hugo Bezerra Colombo<sup>1</sup>, Fábio Luiz Bim Cavalieri, Márcia Aparecida Andreazzi, Danieli Aparecida Bobbo Moreski, Ana Carolina Fanhani de Arruda Botelho, José Maurício Gonçalves dos Santos

<sup>1</sup>Correspondência: colombobhantonio@gmail.com

**RESUMO:** O aumento da produção de alimentos sem comprometer o meio ambiente é uma preocupação mundial. Pesquisadores da cadeia produtiva da carne bovina vêm buscando tecnologias na tentativa de sanar esta preocupação, desenvolvendo pesquisas relacionadas ao manejo, sanidade, alimentação e reprodução. As biotecnologias da reprodução são ferramentas capazes de contribuir positivamente com este cenário. Este trabalho teve como objetivo analisar o efeito das duas principais biotecnologias da reprodução animal, a IATF e TETF sobre a taxa de gestação, taxa de concepção e sexagem fetal em bovinos e comprovar se, o emprego destas biotécnicas pode favorecer a sustentabilidade desta cadeia produtiva. Foram utilizadas vacas da raça Nelore, distribuídas, aleatoriamente, em dois tratamentos: IATF-Inseminação Artificial em Tempo Fixo e TETF-Transferência de Embriões em Tempo Fixo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e as variáveis foram analisadas pelo procedimento PROC, utilizando-se distribuição binomial e função de ligação identidade. Os resultados mostraram que, apesar das menores taxas de concepção e de gestação alcançadas com o emprego da TETF, esta técnica apresenta mérito sob o ponto de vista da sustentabilidade ambiental, visto que, permite a produção de descendentes de melhor qualidade genética e apresenta maiores resultados de gestação de sexados de machos, que, sabidamente, levam a uma maior produção de carne por hectare.

**Palavras-chave:** biotecnologias da reprodução; meio ambiente; pecuária sustentável.

**ABSTRACT:** Increasing food production without compromising the environment is a global concern. Researchers in the beef production chain have been searching for technologies in an attempt to address this concern by developing research related to management, sanitation, food and reproduction. Reproductive biotechnologies are tools capable of contributing positively to this scenario. The objective of this study was to analyze the effect of the two main biotechnologies of animal reproduction, IATF and TETF on pregnancy rate, conception rate and fetal sexing in cattle and to verify if the use of these biotechnologies can favor the sustainability of this productive chain. Nelore cows were randomly assigned to two treatments: FTAI-Fixed-Time Artificial Insemination and ETFT-Embryo Transfer at Fixed Time. The experimental design was completely randomized and the variables were analyzed by the PROC procedure, using binomial distribution and identity binding function. The results showed that, despite the lower design and gestation rates achieved with the use of ETFT, this technique has merit from the point of view of environmental sustainability, since it allows the production of descendants of better genetic quality and presents higher results of gestation of sexes of males, which, knowingly, lead to a greater production of meat per hectare.

**Key Words:** reproductive biotechnology; environment; sustainable livestock

## INTRODUÇÃO

A sustentabilidade se baseia em duas origens, uma que consiste na capacidade de recuperação e reprodução dos ecossistemas e outra que considera as questões relacionadas à economia dos recursos. As atuais condições de vida estão ameaçadas, comprometendo a qualidade das gerações futuras, por isso, o modo de produção e consumo traz sérias ameaças à população (Lovelock, 2006).

Desta forma, o mundo precisa de soluções que busquem o aumento da produção de alimentos, sem, no entanto, comprometer mais ainda o meio ambiente, garantindo à população maior segurança alimentar e condições de igualdade (Nascimento e Gomes, 2009). Neste contexto, a cadeia produtiva da carne bovina, um produto com alto grau de consumo em todo o mundo, vem estudando e desenvolvendo várias tecnologias na tentativa de aumentar a produção, sem causar maiores impactos ao meio ambiente, envolvendo pesquisas que envolvem aspectos relacionados ao manejo, sanidade, alimentação e reprodução. No Brasil, não há mais como aumentar as áreas de criação de bovinos, por isso, a alternativa é intensificar a produção em uma área com a mesma disponibilidade de oferta de recursos (Oliveira, 2008).

De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2014), o rebanho bovino global está estimado em 1,03 bilhões de cabeças, sendo que o Brasil encontra-se em segundo lugar em relação à produção de carne e a previsão é que, em 2017, seja responsável por 47,5% da participação no mercado mundial da carne bovina.

Para que o Brasil possa atender essa perspectiva de mercado, há uma necessidade em aumentar os níveis de produção, se preocupando, contudo,

com os aspectos de sustentabilidade. Uma das formas de se obter estes melhores resultados é por meio da inovação e emprego de técnicas que resultem em melhores índices, dentre eles, os índices reprodutivos, como por exemplo, a exigência de um bezerro anual por vaca (Guerreiro et al., 2014).

Atualmente, contamos com, aproximadamente, 72 milhões de fêmeas com idade reprodutiva (acima de 24 meses), gerando, aproximadamente, 50 milhões de bezerras/ano, com uma taxa de nascimento de 70%, sendo assim, 22 milhões de fêmeas estão sem bezerro. Considerando a média brasileira de uma vaca por hectare, tem-se 22 milhões de hectares sem produzir durante todo o ano (Gimenes et al., 2015). Estes dados reforçam a necessidade de um emprego mais racional do espaço, que resulte em maior produção de carne na mesma área.

Considerando este cenário, as biotecnologias da reprodução ocupam um papel de destaque, como ferramentas capazes de aumentar esses índices, melhorando a eficiência reprodutiva e a genética dos rebanhos, por meio do desenvolvimento de tecnologias como a Inseminação Artificial (IA), Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF), Transferência de Embrião (TE) e a Produção *in vitro* de Embriões (PIV), sendo que a IATF e a PIV são as biotecnologias mais desenvolvidas e utilizadas no cenário nacional (Palhano, 2008).

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar o efeito das duas principais biotecnologias da reprodução animal, a IATF e TETF sobre a taxa de gestação, taxa de concepção e sexagem fetal em bovinos e comprovar se o emprego destas biotécnicas pode resultar em maior produção de carne em um menor espaço territorial, favorecendo a

sustentabilidade ambiental desta cadeia produtiva.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na fazenda do Centro de Ensino Superior de Maringá/ UNICESUMAR, Maringá, estado do Paraná (23°25'S, 51°57'W e altitude de 550 metros), em 2016. Foram utilizadas 281 vacas da raça Nelore, com idade acima de 24 meses, paridas, com peso médio de 450 kg e 15 vacas doadoras de embriões, da raça Nelore, puras de origem (PO), doadoras de embriões e com peso médio de 550 kg.

Essas fêmeas estavam em perfeitas condições sanitárias e reprodutivas e foram mantidas em pasto de *Brachiaria Brizantha cv MG-5*, com acesso a água e sal mineral *ad libitum*.

Os animais foram distribuídos, aleatoriamente, em dois tratamentos, sendo T1: Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) e T2: Transferência de Embriões em Tempo Fixo (TETF).

Os animais do grupo T1 foram inseminados em tempo fixo e submetidos ao protocolo de sincronização da ovulação T1 – IATF:

- D0 (Dia 0): inserção do implante de progesterona (P4) (Ourofino, Cravinhos/ SP, Brasil) + 2,0 mg de Benzoato de Estradiol (BE) (Ourofino, Cravinhos/ SP, Brasil).

- D8 (Dia 8): remoção do implante de P4 + 2 mL de Prostaglandina (PG) (Biógenes Bagó, Buenos Aires, Argentina) + 0,5 mg Cipionato de Estradiol (Zoetis, São Paulo/ SP, Brasil) + 400 UI de Gonadotrofina Coriônica Equina (eCG) (Zoetis, São Paulo/ SP, Brasil).

- D10 (dia 10): foi realizada a IATF, com o emprego de um aplicador convencional de inseminação artificial. O sêmen do touro foi descongelado a 35°C, durante 30 segundos, sendo que, posteriormente o aplicador de

inseminação foi montado e foi realizada a deposição do sêmen no corpo do útero.

Os animais do grupo T2 foram submetidos ao protocolo de sincronização da ovulação T2 – TETF:

- D0 (Dia 0): inserção do implante de P4 (Ourofino, Cravinhos/ SP, Brasil) + 2,0 mg de BE (Ourofino, Cravinhos/ SP, Brasil).

- D8 (Dia 8): remoção do implante de P4 + 2 mL de Prostaglandina (Biógenes Bagó, Buenos Aires, Argentina) + 0,5 mg Cipionato de Estradiol (Zoetis, São Paulo/ SP, Brasil) + 400 UI de eCG (Zoetis, São Paulo/ SP, Brasil).

- D9 (Dia 9): realização da aspiração folicular nas doadoras.

- D17 (Dia 17): transferência dos embriões para as receptoras.

O procedimento de aspiração folicular foi realizado utilizando-se equipamento de Ultrassom Aloka SSD-500™ com transdutor microconvexo de 5 MHz (UST 974-5), adaptado a uma guia de aspiração específica para o sistema reprodutor de bovinos. Uma agulha 20 G foi conectada a um tubo Falcon de 50 mL através de um sistema de aspiração (Cook VBOA 18L®). A pressão de vácuo foi obtida com uma bomba Cook V-MAR 5000, ajustada entre 38 e 45 mmHg, permitindo um fluxo de 12 mL de meio/minuto. Os ovócitos foram aspirados com uma solução contendo 2,0% de soro fetal bovino (Nutricell®), 25 UI/mL de heparina sódica e 98,0% de PBS (Nutricell®).

Para inibir os movimentos peristálticos e desconforto do animal, foi realizada uma anestesia epidural baixa com 5 mL de lidocaína a 2% (Pearson, São Paulo/ SP, Brasil), em seguida, o transdutor foi inserido até o fundo de saco vaginal e, com o auxílio da manipulação transretal, os ovários foram posicionados para obtenção de uma boa visualização dos folículos na tela do ultrassom. Os folículos a serem aspirados foram posicionados no

percurso da linha de punção indicada na tela do ultrassom e quando a agulha se aproximou do folículo a ser aspirado, o pedal da bomba de vácuo foi pressionado e o folículo aspirado. O mesmo procedimento foi repetido em todos os folículos visíveis de cada ovário.

Os oócitos foram quantificados e classificados como viáveis ou inviáveis, sendo considerados viáveis aqueles que apresentavam a presença de cumulus e ooplasma homogêneo, e inviáveis aqueles desnudos ou picnóticos, heterogêneos e com vesículas apoptóticas.

A maturação foi realizada em TCM199 com sais de Earles (Gibco®), glutamina (Sigma® cod: G8540) e NaHCO<sub>3</sub> (Mallinckrodt®), suplementado com 10% de soro fetal bovino (SFB) (Cultilab®), 22µg/mL piruvato (Biochemical® cod: 44094), 50µg/mL de gentamicina (Sigma® cod: G1272), 0,5µg de FSH/mL (Bioniche®), 50µg de LH/mL (Bioniche®) e 1µg de estradiol/mL (Sigma® cod: E2758), mantidos em estufa, a 39°C, 5% de CO<sub>2</sub> em ar com máxima umidade durante 22-24 horas. Os oócitos foram colocados em microgotas de 90µL de meio de maturação coberta por óleo mineral.

A fecundação foi realizada em 100µL de meio TALP suplementado com 10 µg/mL de heparina (Sigma® cod: H3149), 22µL/mL de piruvato (Biochemical® cod: 44094), 50µg/mL de gentamicina (Sigma® cod: G1272), albumina sérica bovina-BSA (sem ácidos graxos) (Sigma® cod: A3311), solução de PHE (2µM de penicilina (Sigma® cod: P4875), 1µM de hipotaurina (Sigma® cod: H1384) e 0,25µM de epinefrina (Sigma® cod: E4250). O sêmen sexado de touro Angus foi descongelado em banho-maria a 35°C. Para seleção dos espermatozoides móveis e remoção de diluidores e de plasma seminal, foi realizada centrifugação em gradiente

Percoll (90 e 45%), durante 20 minutos. Foram utilizados 1x10<sup>6</sup> espermatozoides/mL, e os oócitos foram transferidos para as microgotas (20 oócitos/gota), onde permaneceram por 15 a 18 horas, a 39°C, em atmosfera com 5% de CO<sub>2</sub> em ar.

Após a fertilização, os zigotos foram cultivados *in vitro*, no meio SOF (*Synthetic Oviduct Fluid*) suplementado com SFB (Cultilab®), com monocamada de células da granulosa. O cultivo foi realizado por 15 horas pós-inseminação, em incubadora, com atmosfera gasosa contendo 20% CO<sub>2</sub> em ar, com máxima umidade.

Decorridas 48 horas, foi avaliada a taxa de clivagem e realizada a renovação do meio de cultivo. Nesse período, quando ocorre a clivagem, observam-se embriões com duas, quatro e oito células.

Sete dias após a fecundação, os embriões foram avaliados e envazados em palhetas de 0,25 mL e posteriormente inovulados nas receptoras do T2. Antes de cada procedimento de transferência de embrião (TE), foi realizada uma breve avaliação ginecológica, por palpação retal, para confirmação da presença e da localização do corpo lúteo, juntamente com um prévio exame do diâmetro e tônus uterino. Para redução dos movimentos peristálticos e o menor desconforto do animal, foram injetados 4 mL de lidocaína a 2% (Pearson, São Paulo/ SP/ Brasil) no espaço epidural.

O diagnóstico de gestação e a sexagem fetal foram realizados 60 dias após a IATF do T1 e a OPU do T2, com o auxílio de um aparelho de ultrassonografia ALOKA SSD-500, adaptado a uma probe retal de 5,0 MHz.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e as variáveis foram analisadas pelo procedimento PROC GENMOD do programa estatístico SAS (2000), versão 8.01,

utilizando-se distribuição binomial e função de ligação identidade.

As técnicas empregadas para coleta dos dados desta pesquisa foram aprovadas pelo Comitê de Ética no Uso de Animais do Centro Universitário de Maringá / UNICESUMAR (002/2016 CEUA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos permitiram verificar que a taxa de blastocisto dos embriões produzidos *in vitro*, com sêmen sexado de macho e, posteriormente, transferidos para as vacas receptoras, foi de 28,7% no primeiro serviço e de 24% no segundo serviço (Tabela 1).

Tabela 1 – Número de doadoras aspiradas, de ovócitos totais e viáveis e taxa de blastocisto (%) obtido a partir de vacas doadoras da raça Nelore, empregando sêmen sexado de macho da raça Angus.

Primeiro serviço	
Número de doadoras aspiradas	15
Número de ovócitos totais	328
Número de ovócitos viáveis	265
Taxa de blastocisto (%)	28,7
Segundo serviço	
Número de doadoras aspiradas	15
Número de ovócitos totais	310
Número de ovócitos viáveis	283
Taxa de blastocisto (%)	24,0

Estes dados se mostraram ligeiramente superiores aos reportados por Nascimento *et al.* (2015), que verificaram um valor de 21% de taxa de blastocisto ao trabalharem com 473 ovócitos oriundos de ovários coletados em abatedouros e fecundados com sêmen sexado de fêmea, entretanto, os dados desta pesquisa foram inferiores quando comparados a taxa de blastocisto, resultante do emprego de sêmen convencional, que foi de 31,6%. Wheeler *et al.* (2006) afirmaram que a taxa de blastocistos obtidos com o emprego de sêmen convencional varia entre 30 a 40% e, para sêmen sexado, entre 10 a 20%. Esta afirmação reforça a superioridade dos dados obtidos nesta pesquisa para sêmen sexado.

As taxas de concepção e de gestação (Tabela 2) para os animais submetidos

à transferência de embriões produzidos *in vitro*, com sêmen sexado de macho (TETF), foram menores ( $P < 0,05$ ) quando comparado aos animais submetidos à inseminação artificial em tempo fixo (IATF) no primeiro e no segundo serviço pós-parto. Contudo, cabe ressaltar que a menor taxa de concepção evidenciada nesta pesquisa, obtida com o emprego da TETF (40,5%), em comparação à IATF, ainda foi maior do que a encontrada em um estudo similar que empregou a PIV em larga escala (33,5%) (Pontes *et al.*, 2009), e muito semelhante à obtida em outros estudos com sêmen sexado (40 e 41%) (Xu *et al.*, 2006). Estes dados sustentam os resultados positivos desta técnica em relação aos mencionados na literatura.

Tabela 2 – Número de animais, taxa de aproveitamento, de concepção e de gestação em vacas da raça Nelore submetidas a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) e Transferência de Embriões em Tempo Fixo (TETF), com sêmen sexado de macho.

Variáveis	IATF	TETF
Número de animais	116	165
Taxa de aproveitamento (%)	100,00	75,77
Taxa de concepção (%)	61,60 <sup>a</sup>	40,35 <sup>b</sup>
Taxa de gestação (%)	61,60 <sup>a</sup>	30,56 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente ( $P < 0,05$ ).

Quanto a comparação entre os dados obtidos com o emprego da IATF e da TETF obtidos neste experimento, os resultados estão de acordo com Martins *et al.* (2014) que observaram, ao trabalhar com 634 vacas da raça Nelore, que a taxa de gestação dos animais submetidos a IATF (1º serviço 59,4% e 2º serviço 50,8%) foi maior ( $P < 0,05$ ) do que aqueles submetidos a TETF (1º serviço 32,7% e 2º serviço 35,0%).

No entanto, Pellegrino (2013) trabalhando com sêmen sexado de macho, tanto na IATF quanto na TETF, observou uma taxa de concepção, aos 60 dias, superior nas receptoras que receberam embriões (42%), quando comparado aos animais submetidos a IATF (30%). As taxas de prenhez obtidas a partir de embriões produzidos *in vitro* podem ser bastante variáveis, pois estão associadas à qualidade do embrião, o que, por sua vez, depende

das condições de produção de cada laboratório. Além disso, o estado reprodutivo e nutricional das receptoras também interfere nos resultados (Pellegrino, 2013). Os índices de gestação aos 60 dias têm variado entre 20 e 60% de acordo com o laboratório de produção (Varago et al., 2008).

Em vacas de corte, a taxa de gestação média dos animais inseminados em tempo fixo tem sido superior aqueles submetidos a TETF, pois na transferência de embriões existe um descarte voluntário de receptoras que não estão aptas no momento da transferência, este fato reduz o número de animais aproveitados, por outro lado, na inseminação artificial todos os animais são inseminados, não existindo descarte de animais aptos ou inaptos. Outro ponto importante a ser considerado, é que na IATF o sêmen é introduzido intrauterinamente, sendo assim, a fecundação e o desenvolvimento embrionário se dão em um ambiente fisiológico ideal. Todavia, na TETF a fecundação e o desenvolvimento embrionário, se dão em um ambiente artificial ou "*in vitro*", sendo posteriormente transferidos as receptoras, e isto poderia justificar a menor taxa de gestação dos animais que receberam embriões no presente experimento.

Além disso, deve-se considerar que o menor resultado para a taxa de concepção de embriões produzidos *in vitro*, comparado a inseminação artificial evidenciado neste estudo, pode estar relacionado ao fato de que, de acordo com Rasmussen et al. (2013), embriões derivados de espermatozoides classificados por sexo apresentam competência inferior para estabelecer a gestação após a transferência, devido aos danos causados aos espermatozoides durante o processo de separação. Perez (2014) observou que a taxa de concepção obtida pela técnica de produção *in vitro* de embriões foi de

24% para vacas e 28% para novilhas, entretanto, para os embriões produzidos *in vivo* foi de 45% tanto para vacas como para novilhas. Abud et al. (2014) também sugere que o processo de sexagem podem causar danos aos espermatozoides devido a exposição ao laser, a velocidade elevada no tubo de coleta e a mudança de carga elétrica.

Cabe salientar que, apesar da menor taxa de gestação, os animais nascidos dos embriões apresentam, em média, um mérito genético superior, pois foram empregadas doadoras de ovócitos provadas e touros com DEPs (diferença esperada na progênie) positivas para várias características de produção, o que poderia aumentar o peso ao desmame, peso ao abate e a qualidade dos produtos provenientes da TETF. De fato, Perez (2014) afirma que a técnica de embriões possibilita que uma fêmea produza um número de descendentes muito superiores ao que seria possível obter durante toda sua vida reprodutiva, seja pela monta natural ou pela inseminação artificial.

No presente experimento foi utilizado sêmen sexado de macho na produção de embriões (Tabela 3), sendo assim, 90,48% das gestações obtidas na TETF foram sexadas de machos, contra 48,48% nos animais submetidos a IATF. Estes resultados se assemelham aqueles relatados por Pellegrino (2013), no qual os autores trabalharam com sêmen de touro Angus, sexado de macho, e transferiram 822 embriões, obtendo 345 prenhez (42%), sendo 328 (95,1%) machos e 17 (4,9%) fêmeas.

Neste contexto, emergem alguns pontos positivos que justificam o emprego de sêmen sexado de macho na produção *in vitro* de embriões bovinos, dentre eles, destacamos um aspecto relacionado à sustentabilidade na pecuária de corte, que é o acréscimo da proporção de machos no sistema de produção, ou seja, o aumento da produção relativa de

carne em uma determinada área seria maior. Oliveira (2008) ressaltou sobre a necessidade de se intensificar a criação de bovinos no Brasil em uma área com a mesma disponibilidade de oferta de recursos. No presente experimento, o aumento do número de vacas gestantes de machos poderia refletir num maior peso de carne na desmama, pois é sabido que animais machos pesam em torno de 10% a mais que fêmeas.

Tabela 3 - Comparação entre a porcentagem de prenhes de sexados de macho e sexados de fêmea, aos 60 dias de gestação, empregando a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) e Transferência de Embriões (TETF) em vacas da raça Nelore.

Variáveis	IATF	TETF
Número de animais gestantes	71	50
Sexados de macho (%)	48,48 <sup>a</sup>	90,48 <sup>b</sup>
Sexados de fêmea (%)	51,52 <sup>a</sup>	9,52 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> <sup>b</sup> Letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente (P<0,05).

Outro benefício a ser considerado é a biossegurança, pois Perez (2014) afirmou que, ao desviarmos o sexo dos animais a serem desmamados na propriedade, diminui-se a necessidade de reposição dos animais de determinado sexo e, conseqüentemente, o trânsito de animais e disseminação de doenças.

Uma nova forma de estudar a IATF e a TETF em vacas de corte é a associação das duas biotecnologias no mesmo grupo de animais. Viana e Gois (2014) observaram resultados promissores com esta associação. Os autores relataram que a taxa de gestação acumulada, associando a IATF e a TETF foi de 68,0%, comparado a 60,0% do grupo controle, que foram submetidas a duas inseminações e concluíram que a associação da IATF e TETF em programas com uso do acetato de lecilerina 20 dias após a inseminação artificial, causou um aumento na eficiência reprodutiva, pois permitiu a realização de dois serviços dentro de um intervalo de 21 dias na estação reprodutiva, com taxa de gestação satisfatória em fêmeas da raça Nelore.

Outras formas de associações também foram estudadas por Martins et al. (2014) que trabalharam com 634 vacas divididas em 4 tratamentos associados, sendo T1: duas IATF consecutivas, T2: duas TETF, T3: IATF e TETF e T4: TETF e IATF e concluíram que programas associados de IATF E TETF podem ser considerados como uma boa estratégia para aumentar o número de descendentes, sem diminuir a eficiência reprodutiva.

O emprego de novas tecnologias e de biotécnicas da reprodução mais intensivas permite aumentar a produtividade na bovinocultura de corte, sendo elas associadas ou não. Contudo, há de se considerar que a prática da pecuária causa impactos significativos ao meio ambiente, por meio da depleção e poluição da água, perda da biodiversidade e intensificação das mudanças climáticas globais (Natel et al., 2016), que são proporcionais a sua intensificação. Azevedo e Pasquis (2007) discutiram, por meio de um exercício empírico, aspectos relacionados à pecuária e agricultura no estado do Mato Grosso e afirmaram que os melhores indicadores socioeconômicos foram encontrados em municípios com os piores indicadores ambientais (desmatamento/queimadas).

Por isso, várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas objetivando a otimização da pecuária nacional de forma sustentável, por exemplo, Natel et al. (2016) pesquisaram sobre a suplementação com nitrato, como fonte de nitrogênio não proteico, em dietas para ruminantes buscando a redução da produção de metano.

Desta forma, os achados nesta pesquisa mostram que, apesar das menores taxas de concepção e de gestação alcançadas com o emprego da TETF, esta técnica apresenta mérito sob o ponto de vista da sustentabilidade ambiental, visto que, permite a produção de descendentes de melhor qualidade

genética e apresenta maiores resultados de gestação de sexados de machos, que, sabidamente, levam a uma maior produção de carne por hectare.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos conclui-se que a busca pela maior produção de alimentos sem comprometer o meio ambiente é uma necessidade mundial em vários setores, dentre eles, na pecuária de corte.

As biotecnologias da reprodução são ferramentas que permitem intensificar esta produção, contudo, inferências sobre o emprego destas técnicas relacionadas à questão ambiental são escassas.

A comparação entre as biotécnicas IATF e TETF mostrou nesta pesquisa, sob um foco ambiental, resultados mais sustentáveis para o emprego da TETF.

É considerável que mais trabalhos sejam desenvolvidos para avaliar estas biotécnicas sob o viés da sustentabilidade ambiental e, inclusive, econômica.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, A. A.; PASQUIS, R. Da abundância do agronegócio à Caixa de Pandora ambiental: a retórica do desenvolvimento (in) sustentável do Mato Grosso (Brasil). **Interações (Campo Grande)**, Campo Grande, v.8, n.2, p.183-191, 2007.
- ABUD, C. O. G.; ABUD, L.J.; OLIVEIRA NETO, J. C et al. Comparação entre os sistemas automatizado e convencional de criopreservação de sêmen bovino. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.15, n.1, p.32-37, 2014.
- GIMENES, L. U.; FERRAZ, M. L.; FANTINATO-NETO, P. et al. The interval between the emergence of pharmacologically synchronized ovarian follicular waves and ovum pickup does not significantly affect *in vitro* embryo production in *Bos indicus*, *Bos taurus*, and *Bubalus bubalis*. **Theriogenology**, Amsterdam, v.83, n.3, p. 385-393, 2015.
- GUERREIRO, B. M.; BATISTA, E. O. S.; VIEIRA, L. M. et al. Plasma anti-mullerian hormone: an endocrine marker for *in vitro* embryo production from *Bos taurus* and *Bos indicus* donors. **Domestic Animal Endocrinology**, Amsterdam, v.49, n.1, p.96-104, 2014.
- LOVELOCK, J. **A vingança de Gaia**. 1.ed. Rio de Janeiro: Intrínsecas, 2006. 152 p.
- MARTINS, C. M.; REIS, P. O.; VIEIRA, J. H. et al. Effect os association of FTET and TAI in reproductive programs of Nelore femeles. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v.11, n.3, p.347, 2014.
- NASCIMENTO, E. P.; GOMES, G. C. Décroissance: qual consistência? In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA ECOLÓGICA, 8., 2009, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Hotel Fazenda Mato Grosso, 2009. p.1-15.
- NASCIMENTO, P. S.; CHAVES, M. S.; FILHO, A. S. S. et al. Produção *in vitro* de embriões utilizando-se sêmen sexado de touros 5/8 girolando. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.16, n.3, p.358-368, 2015.
- NATEL, A. S.; FAUSTO, D. A.; ARAGAO, T. R. et al. Otimização da pecuária nacional de forma sustentável. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.17, n.3, p.529-544, 2016.
- OLIVEIRA, R. L. O Zootecnista e os Sistemas de Produção de bovinos de corte. In: CONGRESSO NACIONAL DE ZOOTECNIA, 17., 2008, Paraíba. **Anais...** Paraíba: Espaço Cultura "José Lins do Rego", 2008. p.8-10.



- PALHANO, H. B. **Reprodução em Bovinos - Fisiopatologia, Terapêutica, Manejo e Biotecnologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: L.F. Livros, 2008. 249 p.
- PELLEGRINO, C. A. G. **Avaliação econômica da produção *in vitro* de embriões bovinos de diferentes grupos genéticos em sistema comercial**. 2013. Belo Horizonte, 125f. Tese (Doutorado em Reprodução Animal) – Curso de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal de Minas Gerais.
- PEREZ, A. R. **Avaliação da taxa de concepção de novilhas e vacas (*Bos taurus x Bos indicus*) com o uso de sêmen sexado na inseminação artificial ou embriões produzidos *in vivo* e *in vitro***. 2014. Jaboticabal, 54f. Dissertação (Mestrado em Reprodução Animal) – Curso de Pós-graduação em Reprodução Animal, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.
- PONTES, J. H. F.; NONATO-JUNIOR, I.; SANCHES, B. V. et al. Comparison of embryo yield and pregnancy rate between *in vivo* and *in vitro* methods on the same Nelore (*Bos indicus*) donor cows. **Theriogenology**, Amsterdam, v.71, n.1, p 690-697, 2009.
- RASMUSSEN, S.; BLOCH, J.; SEIDEL JÚNIOR, G. E. et al. Pregnancy rates of lactating cows after transfer of *in vitro* produced embryos using X-sorted sperm. **Theriogenology**, Amsterdam, v.79, n.1, p.453-461, 2013.
- SAS INSTITUTE INC. **Statistical Analyses System - SAS**. Versão 8.1. Cary, NC, 2000. 14p. Disponível em: <<http://www.math.wpi.edu/saspdf/stat/chap1.pdf>>. Acesso em: 18/02/2017.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. 2014. Disponível em: <<http://www.usda.gov>>. Acesso em: 25/01/2017.
- VARAGO, F. C.; MENDONÇA, L. F.; LAGARES, M. A. Produção *in vitro* de embriões bovinos: estado da arte e perspectiva de uma técnica em constante evolução. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.32, n.2, p.100-109, 2008.
- VIANA, F. P.; GOIS, R. M. Association between FTAI and FTET programs using lecorelin acetate. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v.11, n.3, p.353, 2014.
- WHEELER, M. B.; RUTLEDGE, J. J.; FISHER-BROWN, A. Application of sexed sêmen technology to *in vitro* embryo production in cattle. **Theriogenology**, Amsterdam, v.65, n.1, p.219-227, 2006.
- XU, J.; CHAUBAL, S. A.; DU, F. Optimizing IVF with sexed sperm in cattle. **Theriogenology**, Amsterdam, v.71, n.1, p.39- 47, 2009.