

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Antônia Mendes Paizano Alforma

DESMAME HIPERPRECOCE EM VACAS DE CORTE: PARÂMETROS  
REPRODUTIVOS E METABÓLICOS

Porto Alegre

2020

Antónia Mendes Paizano Alforma

DESMAME HIPERPRECOCE EM VACAS DE CORTE: PARÂMETROS  
REPRODUTIVOS E METABÓLICOS

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do Grau de mestra em Zootecnia pelo Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Júlio Otávio Jardim Barcellos

Porto Alegre

2020

### CIP - Catalogação na Publicação

Alforma, Antónia Mendes Paizano  
Desmame Hiperprecoce em Vacas de Corte: Parâmetros  
reprodutivos e metabólicos / Antónia Mendes Paizano  
Alforma. -- 2020.  
97 f.  
Orientador: Júlio Otávio Jardim Barcellos.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2020.

1. Anestro. 2. Desmame. 3. Folículos. 4.  
Metabólitos. 5. Prenhez. I. Barcellos, Júlio Otávio  
Jardim, orient. II. Título.

Antônia Mendes Paizano Alforma  
Engenheira Agropecuária  
Especialidade em Produção Animal

## DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de

### **MESTRE EM ZOOTECNIA**

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Faculdade de Agronomia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre (RS), Brasil

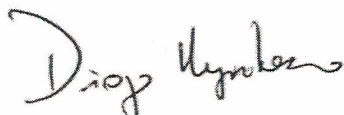
Aprovada em: 21.07.2020  
Pela Banca Examinadora



Júlio Otávio Jardim Barcellos  
PPG Zootecnia/UFRGS  
Orientador



Cássio Cassal Brauner  
UFPel

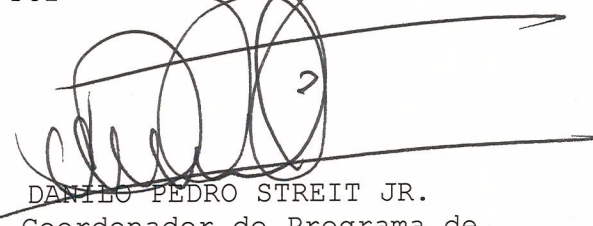


Diogo Magnabosco  
UFRGS

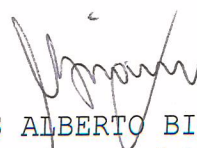


Gabriel Ribas Pereira  
UNIVATES

Homologado em: 19/08/2020  
Por



DANILO PEDRO STREIT JR.  
Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia



CARLOS ALBERTO BISSANI  
Diretor da Faculdade de Agronomia

*Angelina*

*Pompílio Cristiano, pelo amor e educação que me deram.*

*E, a família por mim criada com amor e dedicação,*

*meu esposo Télis e meu filho Tylon, vocês são*

*o pilar das minhas conquistas.*

*Dedico!*

## **AGRADECIMENTO ESPECIAL**

Este material é baseado no trabalho apoiado pela Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional, como parte da iniciativa Feed the Future, no âmbito do Fundo CGIAR, prêmio número BFS-G-11-00002, e o antecessor do fundo de Segurança Alimentar e Mitigação de Crises. II concessão, prêmio número EEM-G-00-04-00013.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo dom da vida, saúde, força, fé e benção em minha vida. O senhor é meu pastor e nada me faltará.

A agência Borlaug Hight Education for Agricultural and Develipment (BHEARD), em parceria com a USAID, pelo financiamento da bolsa de estudos, dando-me oportunidade de contribuir de alguma forma para o desenvolvimento do meu país. Agradeço a todos os coordenadores pelo empenho, pois não mediram esforços e estiveram presentes em todos os momentos e sempre dispostos para atender as dificuldades, vai o meu agradecimento especial.

Ao Instituto de Investigação Agrária de Moçambique, Centro Regional da Zona Centro (IIAM-CZC), em especial ao Dr. Carlos Quembo e ao Dr. Vilela (*in memoriam*), pelo apoio e incentivo para continuar com os estudos.

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em geral e em particular ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia (PPGZ) pelo ambiente proporcionado, incluindo os professores e funcionários do programa.

O meu agradecimento vai também a todos os funcionários da Estação Experimental Agronômica (EEA/UFRGS), que não mediram esforços em ajudar da melhor maneira possível, para que o projeto se tornasse realidade.

Ao meu orientador, professor Júlio Barcellos, que me deu a oportunidade e aceitou caminhar comigo nessa empreitada, dando-me sempre o suporte necessário, pois não houve nenhuma avaliação que o senhor não esteve presente. Admiro bastante o seu espírito inovador. Além do grande pesquisador, um ser humano de coração enorme, sempre aberto e disposto a ajudar, obrigada professor por tudo.

A todos os colegas do grupo NESPro, pelo envolvimento na pesquisa, em particular a Odilene, a Marcela e a Maria, admiro bastante a vossa dedicação e profissionalismo.

Obrigada a todos colegas pelos momentos de convívio e alguns pela amizade, Louise, Yago, Vinícius, Odilene, Maria, Filipe, de uma forma ou de outra eu pude aprender com cada um de vocês, vou levar para a minha vida o jeitinho de cada um.

Aos amigos que cá fiz, que do nada já faziam parte da minha vida, em especial a Maritsa, minha amiga colombiana, obrigada pelo apoio ao longo da pesquisa, pelos momentos de convívio, descontração e pela amizade.

Ao meu esposo Télis, o que dizer de ti, você sonhou e acreditou muito mais com esse momento, obrigada meu amor pelo companherismo, palavras de apoio e incentivo em todos os momentos.

Ao meu filho Taylon, esse é o meu combustível, a razão do meu esforço diário, que tudo faço por ele e para ele, que me dá forças e me faz levantar todas as vezes que me sinto exausta.

Ao meus pais Mendes e Angelina, pela educação, amor, carinho e confiança, sempre me apoiando em todas as minhas batalhas e aos meus irmãos, pela força e incentivo.

A todos que direta ou indiretamente participaram nesta pesquisa.

**A TODOS O MEU MUITO OBRIGADO!**



*"Aquilo que persistimos em fazer torna-se cada vez mais fácil para nós, não que a natureza da coisa em si mude, mas nosso poder de realizá-la aumenta."*

Ralph Waldo Emerson

## DESMAME HIPERPRECOCE EM VACAS DE CORTE: PARÂMETROS REPRODUTIVOS E METABÓLICOS<sup>1</sup>

Autora: Antônia Mendes Paizano Alforma

Orientador: Júlio Otávio Jardim Barcellos

**Resumo:** A amamentação afeta a eficiência reprodutiva em vacas de corte, pelo bloqueio do retorno a ciclicidade ovariana em situações de limitação nutricional, prolongando o anestro pós-parto. Com o objetivo de avaliar o efeito da idade à desmama nos indicadores reprodutivos e metabólicos, foram selecionadas ao parto 65 vacas da raça Brangus (5/8 Angus x 3/8 Nelore) de  $4,5 \pm 2,1$  anos, criadas em condições extensivas e distribuídas aleatoriamente em três tratamentos: desmame hiperprecoce, no qual as vacas separadas dos bezerros aos 30 dias de idade (W30), desmame precoce, quando separadas aos 75 dias (W75) e desmame convencional, com os bezerros desmamados aos 180 dias (W180). Foram avaliados o ganho médio diário (GMD) e o escore de condição corporal (ECC) ao parto, 30, 75 e 115 dias pós-parto (ECC30, ECC75 e ECC115). A avaliação da atividade ovariana, análise de progesterona (P4) e ácidos graxos não esterificados (NEFA), foram realizadas aos 30, 45, 64, 81 dias pós-parto (dPP). O maior GMD e ECC foram observados dos 30 aos 75 dPP em vacas do W30 ( $0,800 \pm 0,55$  kg;  $3,39 \pm 0,45$ ) em relação ( $P < 0,05$ ) ao W75 ( $-0,016 \pm 0,42$  kg;  $3,05 \pm 0,36$ ) e W180 ( $0,260 \pm 0,39$  kg;  $2,83 \pm 0,26$ ), resultando na maior taxa de ciclicidade e aumento dos níveis de P4 ( $P < 0,05$ ), contudo o tamanho dos folículos e os níveis de NEFA não foi influenciado pela idade à desmama ( $P > 0,05$ ). A taxa de prenhez (TP) geral foi maior ( $P < 0,05$ ) para o W30 (95,5%) em relação ao W180 (73,9%), sem diferir do grupo W75 (95,0%). As vacas do W30 demonstraram maior TP ( $P < 0,05$ ) aos 81 dPP (72,5%) em relação aos outros tratamentos (W75: 15% e W180: 34,8%). Isso evidencia que a frequência das concepções é diferente entre as idades à desmama. Os maiores pesos ao parto e níveis de P4 aos 30 dPP, foi correlacionado positivamente com a possibilidade ( $P < 0,05$ ) das vacas engravidarem ao final do diagnóstico de gestação. Concluiu-se que, as vacas desmamadas de seus terneiros, aos 30 dias de parição, possuem maiores chances de repetição de cria, pelo retorno antecipado à ciclicidade ovariana pós-parto.

**Palavras-chave:** anestro, desmame, folículos, metabólitos, prenhez

---

<sup>1</sup>Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (97 p.) julho de 2020.

## HYPER-EARLY WEANING IN BEEF COWS: REPRODUCTIVE AND METABOLIC PARAMETERS <sup>2</sup>

Author: Antônia Mendes Paizano Alforma

Adviser: Júlio Otávio Jardim Barcellos

**Abstract:** Breastfeeding affects reproductive efficiency in beef cows, by blocking the return to ovarian cyclicity in situations of nutritional limitation and prolonging the postpartum anestrus. In order to assess the effect of age at weaning on reproductive and metabolic indicators, 65 Brangus cows (5/8 Angus x 3/8 Nelore) of  $4.5 \pm 2.1$  years were raised in extensive conditions and randomly distributed in three treatments: hyper-early weaning (W30) - cows separated from the calves at 30 days of age, early weaning (W75) - separated at 75 days and conventional weaning (W180), with calves weaned at 180 days. We evaluated the average daily gain (ADG) and body condition score (BCS) at calving, 30, 75 and 115 days postpartum (BCS30, BCS75 and BCS115). Ovarian evaluation, analysis of progesterone (P4) and non-esterified fatty acids (NEFA), were performed at 30, 45, 64, 81 days postpartum (dPP). The highest ADG and BCS were observed from 30 to 75 dPP in cows from W30 ( $0.800 \pm 0.55$  kg;  $3.39 \pm 0.45$ ) in relation ( $P < 0.05$ ) to W75 ( $-0.016 \pm 0.42$  kg;  $3.05 \pm 0.36$ ) and W180 ( $0.260 \pm 0.39$  kg;  $2.83 \pm 0.26$ ), which was reflected in the higher cyclicity rate and increased P4 levels ( $P < 0.05$ ), however, follicle size and NEFA levels were not influenced by age at weaning ( $P > 0.05$ ). The overall pregnancy rate (PR) was higher ( $P < 0.05$ ) for W30 (95.5%) compared to W180 (73.9%), without differing with W75 (95.0%). W30 cows showed higher PR ( $P < 0.05$ ) at 81 dPP (72.5%) compared to other treatments (W75: 15% and W180: 34.8%). This highlights that the frequency of conceptions is different between the weaning ages. The higher birth weights and P4 levels at 30 dPP, were positively correlated with the chances ( $P < 0.05$ ) of cows to become pregnant at the end of the pregnancy diagnosis. Thus, cows weaned from their calves, at 30 days of calving, are more likely to repeat calves, due to the early return to postpartum ovarian cyclicity.

**Keywords:** anestrus, weaning, follicles, metabolites, pregnancy

---

<sup>2</sup> Master of Science dissertation in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (97 p.) July, 2020

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1. Níveis de ácidos graxos não esterificados (NEFA) das vacas submetidas ao desmame hiperprecoce (W30), precoce (W75) e convencional (W180) em distintos períodos avaliados. ....44
- Figura 2. Níveis de progesterona das vacas submetidas ao desmame hiperprecoce (W30), precoce (W75) e convencional (W180) em distintos períodos de avaliação..45
- Figura 3. Taxa de ciclicidade das vacas submetidas ao desmame hiperprecoce (W30), precoce (W75) e convencional (W180) ao longo das avaliações. ....47
- Figura 4. Frequência de prenhez acumulada das vacas submetidas ao desmame hiperprecoce (W30), precoce (W75) e convencional (W180) em distintos períodos de avaliação. ....48
- Figura 5. Probabilidade de prenhez ao final do diagnóstico de gestação de acordo com o peso ao parto (A) [ $P(\text{prenhez}) = \frac{\exp(-9,079 + 0,024 \times \text{peso ao parto})}{1 + \exp(-9,079 + 0,024 \times \text{peso ao parto})}$ ;  $P=0,030$ ] e nível de progesterona (P4) das vacas aos 30 dPP (B) [ $P(\text{prenhez}) = \frac{\exp(-9,079 + 1,463 \times p4 \text{ aos } 30 \text{ dpp})}{1 + \exp(-9,079 + 1,463 \times p4 \text{ aos } 30 \text{ dpp})}$ ;  $P=0,033$ ]. ....49

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Massa de forragem e composição química dos alimentos fornecidos aos animais durante o período experimental. ....39
- Tabela 2. Ganho de peso diário (GMD; kg/d) e escore de condição corporal (ECC) das vacas em distintos períodos de avaliação .....43
- Tabela 3. Diâmetro médio dos folículos (mm) das vacas dos diferentes tratamentos em distintos períodos de avaliação .....46

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGNE`S- Ácidos graxos não esterificados

AOAC- Association of official agricultural chemistry

ECC- Escore de condição corporal

d- Dia

dPP- Dias pós-parto

FDN- Fibra em detergente neutro

FSH- Hormônio folículo estimulante

GMD- Ganho médio diário

GnRH- Hormônio liberador de gonadotrofinas

kg- Kilograma

LH- Hormônio luteinizante

L- Litro

ml- Mililitro

mm- Milímetros

mmol- Milimol

MS- Matéria seca

NEFA- Non Esterificate Fatty Acids

ng- Nanograma

PB- Proteína bruta

pH- Potencial Hidrogênio

P4- progesterona

vs- Versus

°C- graus Celsius

%- Porcentagem

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>12</b>
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>15</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>17</b>
2.1 DINÂMICA FOLICULAR E CICLICIDADE PÓS-PARTO.....	17
2.2 ANESTRO PÓS-PARTO E SEUS FATORES .....	20
<b>2.2.1 Efeito da amamentação</b> .....	<b>20</b>
<b>2.2.2 Efeito da nutrição</b> .....	<b>22</b>
2.3 CONDIÇÃO CORPORAL E BALANÇO ENERGÉTICO .....	23
2.4 NÍVEIS DE PROGESTERONA E O ESTADO REPRODUTIVO .....	25
2.5 AVALIAÇÃO DO STATUS METABÓLICO ENERGÉTICO.....	26
2.6 DESMAMA E O DESEMPENHO REPRODUTIVO DE VACAS DE CORTE .....	28
<b>3 HIPÓTESE</b> .....	<b>30</b>
<b>4 OBJETIVOS</b> .....	<b>31</b>
4.1 GERAL: .....	31
4.2 ESPECÍFICOS: .....	31
<b>CAPÍTULO II<sup>1</sup></b> .....	<b>32</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>35</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>37</b>
<b>3 RESULTADOS</b> .....	<b>42</b>
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	<b>49</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>54</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>55</b>
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>64</b>
<b>5 CONCLUSÃO GERAL</b> .....	<b>65</b>
<b>6 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>66</b>
<b>ANEXO A – NORMAS DA REVISTA ANIMAL REPRODUCTION SCIENCE</b> .....	<b>74</b>
<b>VITA</b> .....	<b>95</b>

## **CAPÍTULO I**



## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A produção de gado de corte no Brasil é realizada basicamente de forma extensiva, em sistemas pastoris, que sofrem os efeitos da sazonalidade da produção dos pastos, o que afeta a eficiência reprodutiva. A eficiência reprodutiva é um componente importante na produtividade do rebanho de corte, podendo ser influenciada por diversos fatores, que incluem a idade à puberdade e à primeira concepção, duração do anestro pós-parto e produtividade ao longo da vida da fêmea (CUNDIFF *et al.*, 1992). Sob o ponto de vista econômico, nos sistemas de cria, é importante alcançar um intervalo de partos de 12 meses (HANZEN, 1986). Para tal, as vacas devem iniciar uma nova gestação em no máximo 85 dias pós-parto, tendo em conta a duração da gestação. Contudo, este objetivo é muitas vezes afetado pela duração do período de anestro pós-parto (HANZEN, 1986; YAVAS; WALTON, 2000).

Em sistemas estacionais de produção, os terneiros são amamentados de forma contínua e sem restrição até 6 a 8 meses de idade, quando ocorre o desmame, que coincide com o momento de baixa oferta de forragem (LYNCH *et al.*, 2010), refletindo-se na baixa condição corporal das vacas (WILLIAMS, 1990). Assim, a reduzida reserva nutricional e a presença do terneiro ao pé da vaca prolongam o tempo de retorno a atividade cíclica pós-parto, fazendo com que as vacas tenham menores chances de engravidarem (WILLIAMS, 1990; WETTEMANN *et al.*, 2003; GREGORY *et al.*, 2009).

A realização do desmame definitivo em idade precoce, traz benefícios pela redução das exigências das vacas, permitindo a recuperação do seu peso e melhoria da condição corporal (RESTLE *et al.*, 2001; ALMEIDA; LOBATO; SCHENKEL, 2002; PELLEGRINI; LOPES, 2011), favorecendo o retorno antecipado a ciclicidade (LOPES *et al.*, 2013). Essa prática é geralmente utilizada de forma estratégica, em casos de oferta limitada de forragem ou em vacas que chegam ao parto com baixa condição corporal, com a finalidade de melhorar o desempenho reprodutivo (PORDOMINGO, 2002) e reduzir do intervalo entre partos. Com isso, a atividade de cria torna-se mais eficiente, com repercussões sobre a cadeia produtiva da carne bovina (LOPES *et al.*, 2013). SHOUP *et al.* (2015), ao analisarem o efeito da suplementação de vacas de corte em lactação, em sistemas a pasto, comparado

com o desmame precoce, não observaram diferenças na taxa de prenhez. Portanto, o desmame precoce também se constitui numa alternativa que pode substituir a melhoria alimentar com a finalidade de aumentar a eficiência reprodutiva.

As concentrações séricas de ácidos graxos não esterificados (Non-Esterified Fatty Acids; NEFA), são considerados indicativos do balanço energético, devido à perda de peso e mobilização de reservas corporais logo após o parto (OSPINA *et al.*, 2010). Além do NEFA, também é importante analisar os níveis de progesterona (P4), que permite determinar a existência ou não de um corpo lúteo (CL) funcional (OSMAN *et al.*, 2012).

O sistema de cria tem um grande impacto na cadeia, pois a sua eficiência determina a viabilidade bioeconômica do sistema (BARCELLOS *et al.*, 2006). Portanto, torna-se imperioso estudar cada vez mais as formas de minimizar os fatores que impactam a eficiência reprodutiva em vacas de corte, visto que o longo período de anestro tem custo acrescido ao sistema de produção (YAVAS; WALTON, 2000). Assim, pretende-se com a presente pesquisa avaliar os parâmetros reprodutivos e metabólicos de vacas de corte submetidas a diferentes idades ao desmame de suas progênies.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 DINÂMICA FOLICULAR E CICLICIDADE PÓS-PARTO

A dinâmica folicular é um processo contínuo, onde ocorre o crescimento e regressão folicular, culminando com o desenvolvimento do folículo pré-ovulatório (LUCY *et al.*, 1992; MARTINS *et al.*, 2008). O desenvolvimento folicular inicia com a ativação do folículo primordial, que segue o seu crescimento e desenvolvimento contínuo, culminando com a ovulação ou atresia do mesmo (KANITZ, 2003; OLIVEIRA; FERREIRA; MINGOTI, 2012). O crescimento dos folículos ocorre em forma de onda que são dependentes das gonadotrofinas e as ondas de crescimento são caracterizadas pelos processos de recrutamento, seleção e dominância (KANITZ, 2003).

Em bovinos, a dinâmica é caracterizada pela ocorrência de duas ou três ondas foliculares (ADAMS, 2007), podendo ser observada até quatro ondas em raças zebuínas (BÓ; BARUSELLI; MARTÍNEZ, 2003). VIANA *et al.* (2000), ao avaliar a dinâmica folicular em bovinos da raça Gir, observaram a existência de um maior número de ondas foliculares durante o ciclo estral, que foi associada a baixa persistência do folículo dominante (FD) das ondas intermediárias. Independente do número de ondas foliculares, a emergência da primeira onda folicular ocorre no primeiro dia da ovulação, denominado dia zero (Dia 0). Após a emergência do *pool* de células primordiais foliculares, ocorre o desenvolvimento ovocitário e folicular da primeira onda do ciclo estral, quando o folículo dominante regride sem a presença essencial e suficiente de estradiol (SARTORELLI *et al.*, 2005), bem como a alta da manutenção da síntese de progesterona (P4) pelo corpo lúteo (CL) no período de diestro (BERGFELT; KASTELIC; GINTHER, 1991). Após essa regressão do FD da primeira onda, entretanto com a capacidade folicular já recrutada, ocorre a emergência da segunda onda entre o dia 9 ou 10, em casos de apenas 2 ondas foliculares e no dia 8 ou 9 em caso de 3 ondas e neste caso, a terceira onda emerge no dia 15 ou 16. Durante este último período de onda no ciclo estral, ocorrerá a seleção do FD que tornar-se-a o folículo responsivo aos estrógenos e hormônio luteinizante (Luteinizing Hormone; LH) que serão essenciais para o momento da ovulação (ADAMS, 1999).

A emergência da onda folicular é estimulada pela liberação do hormônio folículo estimulante (Follicle Stimulant Hormone; FSH), com o aumento nas

concentrações circulantes deste hormônio e o pico sendo alcançado quando os folículos atingem 4 mm de diâmetro. No entanto, os folículos em crescimento ( $\geq 5$  mm), ajudam no declínio do FSH, que é necessário para os folículos que continuarão crescendo (GINTHER, 2000; OLIVEIRA; FERREIRA; MINGOTI, 2012).

Após o surgimento da primeira onda, os dois maiores folículos atingem a média de 7,7 e 8,5 mm (GINTHER, 2000) e neste momento, os folículos começam a sofrer desvio, que se caracteriza pelo crescimento contínuo do folículo de maior diâmetro, interrompendo o crescimento dos folículos subordinados (FS) (KULICK *et al.*, 2001), pois, o futuro FD emerge antes do futuro FS e ambos crescem em paralelo até o desvio. Com o aumento no crescimento do FD, altas concentrações de estradiol e aumento na frequência dos pulsos de LH (MAPLETOFT *et al.*, 2018), são importantes para o aparecimento da fase folicular a pré ovulatório. O FD suprime ainda mais as concentrações de FSH e a necessidade dos folículos de menor diâmetro pelo hormônio, o que causa sua regressão folicular e atresia no restante do ciclo estral (GINTHER, 2000; ADAMS *et al.*, 2008). De acordo com TORTORELLA *et al.* (2017), a taxa de crescimento do folículo dominante e subordinado foi similar até a divergência folicular, a partir deste ponto ocorreu o decréscimo do FS enquanto o FD manteve o seu crescimento, contudo os níveis de estradiol não variou durante este período, mas houve uma diminuição nas concentrações de FSH entre 32 e 48 horas antes da divergência da onda folicular. E para que o mecanismo de dominância folicular seja estabelecido, é necessário que o crescimento dos folículos subordinados seja limitado e induzido a atresia pela produção de inibina e estradiol pelo FD (VIANA *et al.*, 2000).

O ciclo estral em fêmeas bovinas ocorre em média a cada 21 dias, ao longo de todo ano, que é regulado pelo eixo hipotálamo-hipófise-gonadal, pelo hormônio liberador de gonadotrofinas (Gonadotropin Releasing Hormone; GnRH), LH, FSH e pelos hormônios produzidos nos ovários, o estrógeno e a progesterona (HAFEZ; HAFEZ, 2004). Sendo dividido em quatro fases distintas, que variam em função da duração e dos eventos fisiológicos nele ocorridos: proestro (3 dias), estro (18 h), metaestro (2-3 dias) e diestro (14 dias) (HAFEZ; HAFEZ, 2004).

O retorno normal dos ciclos ovarianos após o parto, é regulado principalmente pelo eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal, num período de aproximadamente 30 dias de reparo e involução uterina (SHORT *et al.*, 1990; RIBEIRO FILHO *et al.*, 2013). A atividade ovárica inicia 2 a 4 semanas antes da atividade estral e o primeiro

cio pós-parto geralmente é curto e pode ocorrer com ausência de ovulação, denominado de ciclo anovulatório ou os animais podem não apresentar sinais comportamentais do cio (CROWE; DISKIN; WILLIAMS, 2014). Mesmo tendo iniciado a involução e o retorno das ondas foliculares, os FD dessas ondas não ovulam, pela não maturação (MONTIEL; AHUJA, 2005), o que resulta em atresia folicular e o surgimento de uma nova onda folicular na qual o processo de dominância seja eficaz. Vale ressaltar que a divergência folicular ocorre devido a seleção acurada do FD em relação aos folículos subordinados. Assim, a limitação da ovulação não ocorre devido ao crescimento folicular, mas sim por falta de estímulos a ovulação (CROWE; DISKIN; WILLIAMS, 2014). Dessa forma, quanto maior o diâmetro do folículo ovulatório maior é a capacidade desse folículo ovular, o que pode justificar a maior taxa de concepção em fêmeas com maior diâmetro folicular (RIBEIRO FILHO *et al.*, 2013).

Em condições anovulatórias, ocorre um feedback negativo do estradiol aos pulsos de gonadotrofinas e hormônio luteinizante (GnRH/LH), diferentemente aos encontrados em vacas normalmente cíclicas. E no caso de crescimento folicular maior que o tamanho ovulatório, caracteriza-se por uma insensibilidade ao hipotálamo aos efeitos de feedback positivo ao estradiol (WILT BANK; GUMEN; SARTORI, 2002). De acordo com WILLIAMS (1990), a capacidade de resposta ao feedback positivo ao estradiol após o parto varia em função da amamentação, sendo 2 a 3 semanas em vacas que não estão amamentando e entre 3 a 4 semanas em vacas amamentando.

Na maioria das vacas, o retorno do crescimento folicular ocorre entre 7 a 10 dias após o parto, que está associada a um aumento do FSH entre 3 a 5 dias pós-parto (CROWE; DISKIN; WILLIAMS, 2014). Conforme YAVAS; WALTON (2000), os folículos médios (5 - 10 mm), são detectados 5 a 15 dias após o parto, enquanto o primeiro FD que se desenvolve após o parto, ovula na maioria das vacas entre os dias 15 e 27. Os mecanismos que regulam o reinício dos padrões do LH, que são necessários para o desenvolvimento folicular e ovulação incluem: a recuperação fisiológica da hipófise (altas concentrações circulantes de estradiol produzido pela placenta), nutrição, amamentação, época de parto e genética (WILLIAMS, 2005).

## 2.2 ANESTRO PÓS-PARTO E SEUS FATORES

O anestro pós-parto é um estado de completa inatividade sexual, que vai desde o parto até a manifestação do primeiro cio fértil, podendo ser influenciado por diversos fatores, dentre eles a amamentação, balanço energético negativo (BEN), déficit de P4, escore da condição corporal (ECC) e deficiência de alguns metabólitos essenciais à reprodução, o que influencia negativamente na fertilidade (DUARTE JÚNIOR *et al.*, 2013). De acordo com SHORT *et al.* (1990), a nutrição e a amamentação são consideradas os dois principais fatores que afetam o anestro nesta fase, pois, afetam a atividade hipotalâmica-hipofisária-ovariana, o que influencia no retorno dos ciclos ovarianos, dificultando com que a vaca tenha um parto a cada ano (MONTIEL; AHUJA, 2005). Como forma de reduzir o impacto do anestro e da infertilidade, técnicas de manejo, como a redução do período de acasalamento, nutrição adequada para melhorar a condição corporal, bioestimulação, sincronização de cios e uso de diversas técnicas de desmame (definitivo ou temporário), devem ser adotadas (SHORT *et al.*, 1990).

### 2.2.1 Efeito da amamentação

A amamentação influencia na eficiência reprodutiva, visto que a frequência ou intensidade, quando associadas a fatores nutricionais, atuam no bloqueio da liberação do LH, o que retarda o início da atividade ovariana luteal cíclica pós-parto em vacas de corte (FERREIRA, 1992). Em vacas de corte amamentando, a falta de ovulação do FD após o parto, está associado a redução dos pulsos de LH, sobre a influência da amamentação e ECC no parto, sendo consideradas as causas principais em casos de retorno tardio a ciclicidade (CROWE; DISKIN; WILLIAMS, 2014). Vacas amamentando com baixa condição corporal tem o anestro mais prolongado quando comparadas com as de melhor ECC, sendo a restrição da amamentação ou o desmame precoce usados para melhorar a eficiência reprodutiva em vacas muito magras (WETTEMANN *et al.*, 2003).

A sucção pelo bezerro interfere na liberação GnRH pelo hipotálamo, causando a supressão acentuada na liberação pulsátil do LH, resultando em anestro pós-parto prolongado, sendo determinado pela frequência da amamentação, intensidade e duração (WILLIAMS, 2005). Além disso, os efeitos da sucção na regulação da liberação de LH são determinados pela capacidade que vaca tem de identificar o seu bezerro, pois, a visão e o olfato desempenham papéis importantes

no desenvolvimento do vínculo materno e quando inibidos estes sentidos, atenua os efeitos da sucção na secreção de LH (MONTIEL; AHUJA, 2005). De acordo com PARFET *et al.* (1986), o eixo hipotálamo-hipófise-gonadal, funciona plenamente pela quinta semana após o parto em vacas que estão amamentando, sendo o efeito da sucção o inibidor de elementos neurais responsáveis pela síntese e/ou liberação de GnRH. A razão disto é devido a alta concentração de opóides endógenos (encefalinas, endorfinas e dinorfinas) em vacas amamentando, que são substâncias químicas semelhantes a morfina, que ajudam na tradução de sinais neurais em respostas fisiológicas, atuando diretamente na inibição de neurônios responsáveis pela liberação de GnRH e LH, por meio da atuação na pituitária anterior (YAVAS; WALTON, 2000).

A redução da reposição pituitária do LH, bem como ao aumento da secreção do GnRH pelo hipotálamo, pelos efeitos da amamentação, pode retardar o desenvolvimento dos folículos ovulatórios por até um período de 100 dias (WILLIAMS, 2005). SHORT *et al.* (1972), observaram que vacas amamentando tinham um intervalo parto primeiro cio maior (65 dias), em relação as que não estavam amamentando (25 dias) e mastectomizadas (12 dias). Assim, a supressão da atividade ovariana pós-parto (redução da liberação de GnRH e LH) é característico de vacas que estão amamentando (WILLIAMS, 1990). Para minimizar o efeito da amamentação, técnicas de manejo como o desmame total, parcial (amamentação de 1 a 2 vezes/dia) ou temporário (remoção durante 2 a 3 dias) (YAVAS; WALTON, 2000), devem ser empregadas de forma isolada ou com auxílio de tratamentos hormonais, como forma de promover o crescimento folicular e a ovulação em vacas em anestro (BARUSELLI; GIMENES; SALES, 2007).

Estudo realizado por CANTO *et al.* (1998), demonstrou que o desmame interrompido com separação total por 4 dias, aplicado aos 35 e 70 dias após o parto, não altera a dinâmica folicular, mas permite o aumento de folículos grandes e ovulação aos 70 dias. A restrição da amamentação realizada 21 dias após o parto, favoreceu o crescimento precoce dos folículos e o rápido retorno a atividade ovariana (MONDRAGÓN *et al.*, 2016). MURPHY; BOLAND; ROCHE (1990), verificaram que vacas amamentando, o desenvolvimento e a formação do FD ocorrem logo após ao parto, mas com baixa taxa de ovulação, para além dos ciclos estrias serem mais curtos. O que fez concluir que a duração do período de anestro destes animais não é devido ao atraso no desenvolvimento do FD, mas sim pela

falta de ovulação. Para CASTRO *et al.* (2011), o uso de tabletas nasais por 14 dias e o desmame precoce, realizado 70 dias após o parto em vacas primíparas de moderada condição corporal, estimulou o retorno a ciclicidade nos primeiros 30 dias. Adicionalmente, MARTINS *et al.* (2012), observaram o retorno a ciclicidade em menor tempo em vacas submetidas ao desmame precoce (65 dias) quando comparado ao convencional (75 dias), o que demonstra que a barreira da amamentação induz a ciclicidade das vacas, pelo aumento dos pulsos de LH.

Contudo, o número de folículos grandes e concentração de estradiol durante o período pré-ovulatório difere entre vacas lactantes e não lactantes no pós-parto (LUCY *et al.*, 1992). Além disso, o tempo de vida luteal após a primeira ovulação pós-parto em vacas de corte desmamadas precocemente é curto, essa regressão deve-se à liberação prematura da prostaglandina do útero, que pode ser mediada por baixas concentrações de receptores para progesterona, maiores concentrações de receptores de ocitocina, ou ambos, no endométrio (ZOLLERS *et al.*, 1993).

### **2.2.2 Efeito da nutrição**

A nutrição é de fundamental importância na função reprodutiva das fêmeas bovinas, podendo afetar fisiologicamente de forma direta ou indireta por meio da energia, proteína e gordura da dieta (SARTORI; GUARDIEIRO, 2010), visto que a restrição alimentar a longo prazo afeta a taxa de crescimento, o diâmetro e a persistência do FD (DISKIN *et al.*, 2003). De acordo com BOSSIS *et al.* (2000) e WILTBANK; GUMEN; SARTORI (2002), a subnutrição por longos períodos, bem como as quantidades insuficientes de alimento, podem causar a condição anovulatória dos animais, pela influência no desenvolvimento folicular.

O manejo nutricional limita a eficiência reprodutiva em gado de corte, devido à baixa disponibilidade de energia. Assim, a energia da dieta consumida pelos animais atua em vários mecanismos, dentre os quais: metabólicos e endócrinos, que incluem as mudanças na atividade ovariana, que são medidas pela secreção hormonal, desenvolvimento folicular e ovulação (SHORT; ADAMS, 1988). O BEN em vacas de corte em lactação, apesar de não afetar a população de folículos pequenos a médio, afeta negativamente o tamanho do FD, bem como o destino deste folículo, devido a deficiência nutricional que atua suprimindo a liberação de GnRH, reduzindo a frequência dos pulsos de LH, sem efeito adverso aos padrões de FSH (DISKIN *et al.*, 2003). Com base nisso, a deficiência no consumo de energia retarda a idade a



puberdade e prolonga o período de anestro pós-parto tanto em vacas como em novilhas, pelo bloqueio da atividade ovariana, sendo considerada a causa comum da infertilidade (FERREIRA, 1992). Para o reinício do crescimento folicular e ciclicidade pós-parto é necessário o reestabelecimento normal dos pulsos de LH, e este processo pode ser antecipado pelo fornecimento de dietas adequadas durante o período pré e pós-parto (SARTORI; GUARDIEIRO, 2010).

Conforme FERREIRA *et al.* (2000), a influência da nutrição sobre a reprodução varia, em função do grau da intensidade e duração da restrição alimentar, bem como a condição corporal, idade e estado fisiológico das vacas. Com isso, SHORT; ADAMS (1988), dividiram a disponibilidade de energia em ordem hierárquica, de acordo com as necessidades fisiológicas das matrizes em: 1- metabolismo basal; 2- atividade; 3- crescimento; 4- reservas de energia; 5- prenhez; 6- lactação; 7- reserva excedente de energia; 8- ciclo estral e início da prenhez; 9- excesso de reservas. Assim, as demandas para reprodução só serão atendidas após suprir a exigência para a produção de leite, o que torna difícil o manejo nutricional para a reprodução em vacas que estão amamentando. Em casos de escassez alimentar, as vacas prenhas ou que estejam amamentando precisam mobilizar reservas de energia e proteína do corpo, que foram armazenadas em épocas de maior disponibilidade de alimento, para sustentar o crescimento do feto e a produção de leite (DEMMENT; VAN SOEST, 1985).

De acordo com MONTIEL; AHUJA (2005), os animais criados em regiões tropicais, o retorno da atividade ovárica pós-parto pode ser comprometido, devido ao baixo aporte energético existente nas pastagens, que são direcionadas de forma prioritária para a manutenção e produção de leite para o terneiro, em detrimento da reprodução. E, quando a nutrição das vacas de corte é adequada, a primeira ovulação pós-parto ocorre em torno de 30 dias, na terceira onda folicular, entretanto, se as vacas estiverem em baixa condição corporal, este período pode variar de 70 a 100 dias (CROWE; DISKIN; WILLIAMS, 2014).

### 2.3 CONDIÇÃO CORPORAL E BALANÇO ENERGÉTICO

A avaliação do ECC é um elemento importante no manejo do gado de corte, que permite classificar as vacas mediante a apreciação visual e a palpação manual dos seus níveis de reservas corporais (VITTONI *et al.*, 2011). Assim, as variações no ECC, podem ser consideradas um bom indicador de reservas nutricionais da

vaca, quando comparado com o peso vivo, devido às diferenças no peso fetal e no enchimento ruminal (VITTONI *et al.*, 2011). Conforme HENAO; OLIVERA-ÁNGEL; MALDONADO-ESTRADA (2000), o ECC é uma expressão do metabolismo energético dos animais, e seu aumento é sinônimo de um balanço energético positivo, que refletete a existência de reservas energéticas corporais, que serão disponibilizadas para o metabolismo basal, crescimento, lactação e atividade reprodutiva, sendo as mudanças drásticas, dentre os fatores que influenciam negativamente o retorno à ciclicidade (SAQIB; QURESHI; KHAN, 2018).

Segundo EDMONSON *et al.* (1989), a pontuação do escore corporal pode ser avaliada em uma escala de 1 a 5, usando incrementos de 0,25, recebendo a pontuação 1: um animal muito magro e 5: indicando uma condição obesa. E, em uma escala de 1 a 9, sendo 1 considerada magra e 9 obesa, é ideal manter as vacas em um ECC de 5 a 6, para garantir que a vaca se reabilite mais cedo e possa suportar os desafios da amamentação.

SILVEIRA *et al.* (2016), consideram que as vacas que parem em condição ótima ( $ECC \geq 5$ , escala de 1 a 9), apresentam uma redução do intervalo entre partos, parto-primeiro cio e a primeira ovulação em comparação com as que parem mais magras. Assim, vacas submetidas a ingestão inadequada de nutrientes, tem uma redução no peso e ECC, podendo cessar a atividade cíclica (MONTIEL; AHUJA, 2005). Para que o retorno a ciclicidade é necessário que estes animais tenham boa nutrição pré e pós-parto, sendo que o ECC ideal ao parto deve ser de 2,75 a 3,0 unidades, e a perda da condição corporal pós-parto deve ser inferior a 0,5 unidades (CROWE; DISKIN; WILLIAMS, 2014).

O BEN é causado pelo déficit de energia, quando o consumo de matéria seca não supre a demanda do animal (CAMPOS *et al.*, 2005), sendo verificado principalmente no início da lactação, que é uma fase em que a vaca precisa produzir leite para alimentar a cria e ainda recuperar a condição uterina e ovariana para retornar à ciclicidade (EMERICK *et al.*, 2010). Em vacas de corte, o BEN conduz ao aumento da lipólise, o que aumenta a concentração de NEFA, afetando o crescimento embrionário precoce pela perda da atividade luteal (EMERICK *et al.*, 2010).

Após-parto, as vacas entram em BEN devido ao aumento das exigências nutricionais para atender a produção de leite (ASTESSIANO *et al.*, 2013). Além disso, neste período ocorrem alterações hormonais, perda da condição corporal,

mobilização de reserva corporal e aumento das concentrações de NEFA na corrente sanguínea (FERST *et al.*, 2020). Sendo o aumento destes níveis associado a baixa fertilidade das vacas e menor chance de prenhez à primeira inseminação (MACMILLAN *et al.*, 2020). Para LYNCH *et al.* (2010), o BEN foi associado a alta concentração de NEFA e BHB e baixa concentração de glicose e a remoção do terneiro ao pé da vaca resultou na melhoria da condição nutricional da vaca. Segundo DÍAZ *et al.* (2017), a presença ou não do terneiro não teve efeito nos níveis de NEFA em vacas de corte, no início da função ovariana pós-parto. Contudo, verificaram que a concentração de NEFA foi menor no último trimestre de gestação (0,47 mmol/L) em comparação ao período pós-parto (0,61 mmol/L). Durante a primeira e segunda semana pós-parto, os níveis mais altos de NEFA foram observados em vacas em anestro (0,328 e 0,319 mmol/L) em relação as vaca em atividade luteal (0,299 e 0,255 mmol/L) e na sétima semana não foi observada essa diferença, demonstrando que as vacas não sofreram forte BEN, o que não afetou o retorno da atividade ovariana (KONIGSSON *et al.*, 2008).

Estudo realizado por PONTER *et al.* (2000), verificaram níveis mais altos de NEFA até 8 semanas pós-parto em vacas de corte submetidas a restrição alimentar em relação ao grupo controle, e após a realimentação houve uma redução destes níveis, entrando as vacas em balanço energético positivo a partir da semana 9. De acordo com ASTESSIANO *et al.* (2013), a suplementação com farelo de arroz em menos de 30 dias pós-parto melhorou o status nutricional das vacas, pelo aumento dos níveis de glicose e insulina, reduzindo assim o período de anestro, o que foi associado a vacas em balanço energético positivo, contudo a presença de corpo lúteo e a taxa de prenhez não foram afetadas pelo tratamento. E a suplementação com farelo de arroz integral e glicerina bruta também melhorou o balanço energético, sendo demonstrada pela redução dos níveis de NEFA e aumento dos níveis de glicose e colesterol no plasma sanguíneo (CLARIGET *et al.*, 2016).

#### 2.4 NÍVEIS DE PROGESTERONA E O ESTADO REPRODUTIVO

O corpo lúteo (CL) é uma estrutura que se forma a partir de células foliculares remanescentes logo após o processo de ovulação, e a medida que o CL cresce, as concentrações circulantes de P4 aumentam progressivamente e permanecem elevadas ao longo da vida útil do CL, o que é crítico para a manutenção da gestação e o desenvolvimento embrionário (WILTBANK; GUMEN; SARTORI, 2002). Em

ruminantes, a P4 tem um papel fundamental, mas as quantidades mínimas necessárias para manter a prenhez ainda são desconhecidas, porém, a existência de um CL funcional é essencial para a manutenção da gestação (MARQUES *et al.*, 2013). A concentração plasmática de P4 tem sido mensurada para avaliar a vida média do corpo lúteo gerado pela ovulação (VITTORE *et al.*, 2011), sendo a concentração deste hormônio um bom indicador para avaliar o retorno a atividade ovariana (SAQIB; QURESHI; KHAN, 2018).

De acordo com CAVALIERI (2019), a ausência de um CL e níveis baixos de P4 durante o surgimento dos folículos pré-ovulatórios, resultaram em índices mais baixos de prenhez à primeira inseminação em vacas *Bos Indicus*. CANTO *et al.* (1998), observaram que as vacas que não ovularam mantiveram a concentração de P4 em níveis basais e as que ovularam tiveram um acréscimo nos níveis de 1 ng/mL, de um a três dias após a avaliação por ultrassom. WILLIAMS *et al.* (1982), ao avaliar o nível de P4 de vacas lactantes e não lactantes, 30 dias após o parto, obteve uma concentração sérica de  $0,6 \pm 0,5$  e  $2,6 \pm 1,2$  ng/mL, respectivamente. SAQIB; QURESHI; KHAN (2018), ao avaliar o efeito da condição corporal em vacas de leite nos metabólitos sanguíneos, verificaram que a concentração de P4 foi aumentando ao longo do tempo, sendo os altos níveis observados na sétima semana após o parto, em vacas multíparas com ECC acima de 3 em relação as primíparas. Estes níveis foram associados a altos níveis de glicose e colesterol e baixos níveis de cortisol, demonstrando a maior adaptabilidade destas vacas de manter o estresse e assim retornar a ciclicidade pós-parto.

## 2.5 AVALIAÇÃO DO STATUS METABÓLICO ENERGÉTICO

O perfil metabólico dos animais é de extrema importância, visto que, permite explicar as variações do nível de nutrientes em função das mudanças na alimentação, manejo e a genética do animal (GONZÁLEZ, 2018). O status nutricional dos animais de diferentes índices produtivos e reprodutivos, pode ser avaliado por meio de metabólitos sanguíneos (PEIXOTO; OSÓRIO, 2007). Para a avaliação do status energético, os metabólitos sanguíneos mais usados são: glicose, beta-hidroxiacetato (BHA) e NEFA, sendo os dois últimos relacionados com a mobilização de reservas lipídicas em casos de déficit energético (GONZÁLEZ, 2018).

A avaliação do status energético por meio dos níveis plasmáticos da glicose, é mais indicada em situações em que os animais se encontram em déficit energético

severo e que não estejam gestando ou lactando, pois, a glicemia é insensível a mudanças nutricionais e sensível ao estresse (GONZÁLEZ, 2018). Devido a eficiência dos mecanismos homeostáticos do organismo, ocorre pouca a variação dos níveis de glicose no sangue, independente dos fatores associados a dieta (GONZÁLEZ, 2009). DOWNIE; GELMAN, (1976), observaram uma relação entre os níveis de glicose e a fertilidade em vacas de corte, recebendo três níveis de energia na dieta pois, o aumento da glicose no sangue melhorou a fertilidade destes animais.

Os níveis plasmáticos de BHB também têm limitações como indicador de déficit de energia, sendo mais indicado em casos de alta demanda de glicose pelo organismo, início da lactação e final da gestação (RUSSEL; WRIGHT, 1983). Em situações de moderado balanço negativo, o BHB não aumenta em grande proporção, mas, quando o balanço negativo é severo, aumenta consideravelmente (GONZÁLEZ, 2018).

Assim, o NEFA é considerado como sendo o principal indicador de BEN, pela mobilização de reservas energéticas, em caso de baixo consumo de matéria seca, ou seja, quando o animal não consegue suprir as exigências nutricionais. Em gado de corte, o NEFA é o metabólito mais significativo para estimar o status energético, em qualquer circunstância fisiológica ou de manejo, respondendo rapidamente a mudanças no consumo de alimento (GONZÁLEZ, 2018). Contudo, a mensuração de BHB é mais indicado em casos de animais pouco acostumados com procedimentos de coleta de sangue e manejos frequentes, pois, a utilização do NEFA como parâmetro bioquímico é mais sensível devido a variação ao estresse (WITTEWER, 2018). Os valores de referência para o NEFA devem estar em torno de 300-600  $\mu\text{mol/L}$  (GONZÁLEZ, 2018).

No parto, devido ao estresse e as alterações hormonais, os NEFAs atingem níveis de 0,8 a 1,2 mmol/L. Após este momento, os níveis decrescem, onde valores acima de 0,7 mmol/L indicam BEN e em pouco mais de 40 dias, estes valores diminuem para 0,3 mmol/L. Contudo, para que as vacas estejam em balanço energético positivo, os níveis devem ser inferiores a 0,2 mmol/L (DRACKLEY, 2000). Segundo BOSSIS *et al.* (2000), quando o tecido adiposo dos ruminantes é mobilizado, ocorre a liberação do NEFA e do glicerol, que são usados como fonte de energia durante o BEN. Os mesmos autores observaram que em novilhas induzidas nutricionalmente à anovulação, as concentrações de NEFA eram altas durante o

período de anestro, reduzindo consideravelmente durante a realimentação e aumentando gradualmente antes do retorno da ovulação. Segundo (GONZÁLEZ *et al.*, 2011), a alta lipomobilização (NEFA > 400  $\mu\text{mol/L}$ ), foi observada em maior proporção (67%) no início da lactação em relação as vacas no meio da lactação (7%). Entretanto, MOHEBBI-FANI *et al.* (2019) verificaram que 62% das vacas apresentaram níveis de NEFA acima de 0,4 mmol/L no meio da lactação, sendo semelhante ao observado em vacas submetidas a restrição alimentar ou no início da lactação.

## 2.6 DESMAMA E O DESEMPENHO REPRODUTIVO DE VACAS DE CORTE

O desmame é o momento em que ocorre a separação brusca entre a mãe e o terneiro, podendo ser realizado usando várias técnicas. Em sistemas convencionais em vacas de corte, o desmame ocorre quando os terneiros atingem entre 6 a 7 meses de idade (ENRÍQUEZ *et al.*, 2010). O processo denominado desmame precoce, entre 2 a 5 meses de idade, que tem por objetivo reduzir as exigências nutricionais, pela redução da demanda para a produção de leite, de modo a garantir a melhoria da condição corporal e o desempenho reprodutivo, pela redução do período de anestro (STORY *et al.*, 2000). Ademais, ocorre a redução da taxa de lotação pela redução da ingestão de forragem pelas matrizes (PREEDY *et al.*, 2018), visto que, em razão da produção de leite, as vacas amamentando requerem mais nutrientes em relação as que não estão amamentando (SHORT *et al.*, 1972).

Como forma de melhorar a eficiência reprodutiva em vacas de corte em pastejo, foi desenvolvido na Argentina a técnica do desmame hiperprecoce, realizado de forma definitiva aos 30 dias pós-parto, como ferramenta para reduzir o período de anestro e melhorar o BEN (CONTI *et al.*, 2007). Com a redução dos requerimentos nutricionais das matrizes, ocorre uma melhoria da condição corporal e o retorno antecipado à atividade ovariana, permitindo concentrar o aparecimento de estro no início da estação de acasalamento, objetivando uma maior taxa de prenhez, reduzindo assim o intervalo entre partos, e podendo melhorar a rentabilidade do rebanho (OTERO *et al.*, 2008).

De acordo com SILVEIRA *et al.* (2016), o desmame precoce tem benefícios principalmente em vacas expostas a baixa qualidade nutricional, refletindo-se em baixa condição corporal ou mesmo as que parem no final da estação de parição. Com a antecipação da idade ao desmame auxilia na melhoria dos indicadores

reprodutivos, pois, a energia que outrora seria utilizada para a produção de leite é canalizada para a reprodução. Entretanto, em casos de vacas alimentadas com dietas de alta energia, com boa condição corporal no início da estação reprodutiva ( $\geq 5$ , escala de 1 a 9), a idade ao desmame (precoce ou convencional) não afeta o desempenho reprodutivo das vacas. Deste modo, para a decisão do momento adequado para o desmame, deve se ter em conta a qualidade nutricional disponível para os animais (WARNER *et al.*, 2015).

De acordo com CASTRO *et al.* (2011), o uso de tabuletas nasais contribuiu para a indução do retorno a ciclicidade pós-parto e melhoria do desempenho reprodutivo, pois, vacas cujos terneiros foram submetidos a este tratamento por 14 dias incrementaram o ECC, devido à redução de demanda para a produção de leite e ainda pelo fato de ter sido inibida o efeito da sucção que afeta o eixo hipotálamo-hipófise-ovário. No entanto, este efeito não foi verificado em vacas submetidas ao desmame temporário por cinco dias. RODRÍGUEZ; SEGURA (1995), ao analisar o efeito da amamentação interrompida (1 vez/dia), verificaram a taxa de prenhez superior em vacas submetidas ao tratamento em comparação ao grupo controle, aos 60 e 90 dias após o período reprodutivo (81% e 90% vs. 59% e 72%, respectivamente), mas sem afetar o ganho médio diário e o peso dos terneiros a desmama. A amamentação submetida duas vezes ao dia, em condições tropicais, antes da época de reprodutiva, melhorou a taxa de prenhez em vacas Brahman, principalmente as novilhas de primeira cria (BASTIDAS *et al.*, 1984).

### **3 HIPÓTESE**

A redução da idade ao desmame das progênies melhora a eficiência reprodutiva em vacas de corte, pela redução da mobilização de reserva energética e antecipação no retorno a atividade cíclica.



## 4 OBJETIVOS

### 4.1 GERAL:

Avaliar o efeito do desmame hiperprecoce e precoce nos parâmetros reprodutivos e metabólicos em vacas de corte.

### 4.2 ESPECÍFICOS:

Avaliar a atividade ovariana, o escore da condição corporal e as variações de peso das vacas submetidas a diferentes idades ao desmame de suas progênes.

Quantificar os níveis séricos de progesterona e ácidos graxos não esterificados das vacas.

Analisar os indicadores de eficiência reprodutiva em cada tipo de desmame.

## CAPÍTULO II<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Manuscrito elaborado de acordo com as normas da revista *Animal Reproduction Science*

## **Desmame Hiperprecoce em Vacas de Corte: Parâmetros reprodutivos e metabólicos**

Antónia Mendes Paizano Alforma <sup>a,b</sup>, Marcela Kuczynski da Rocha <sup>a</sup>, Odilene de Souza Teixeira <sup>a</sup>, Maria Carolina Muniz de Oliveira <sup>a</sup>, Júlia Abud Lima <sup>a</sup>, Télis Adolfo Cumbe <sup>a,c</sup>, Júlio Otávio Jardim Barcellos <sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Zootecnia- Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Núcleo de Estudos em Sistemas de Produção (NESPro), Avenida Bento Gonçalves P.O. Box 7712, CEP:91540-000 Porto Alegre, Brasil

<sup>b</sup> Estação Zootécnica de Angónia (EZA), Centro Regional da Zona Centro, Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM), Ulónguè, Tete, Moçambique.

<sup>c</sup> Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Zambeze. P.O. Box 213, Ulónguè, Tete, Moçambique.

\*Autor de correspondência: e-mail: [julio.barcellos@ufrgs.br](mailto:julio.barcellos@ufrgs.br), cell: +55 (51) 9841-1553

### **Highlights**

- O desmame antecipado diminui a mobilização de reserva corporal das matrizes e a produção de NEFA.
- O desmame hiperprecoce e precoce aumenta a taxa de prenhez em vacas de corte comparado com o desmame tardio.
- O intervalo parto concepção em vacas desmamadas hiperprecocemente é reduzido em relação a vacas com desmame em idade tardia.

## Resumo

A amamentação afeta a eficiência reprodutiva em vacas de corte, pelo bloqueio do retorno a ciclicidade ovariana em situações de limitação nutricional, prolongando o anestro pós-parto. Com o objetivo de avaliar o efeito da idade à desmama nos indicadores reprodutivos e metabólicos, foram selecionadas ao parto 65 vacas da raça Brangus (5/8 Angus x 3/8 Nelore) de  $4,5 \pm 2,1$  anos, criadas em condições extensivas e distribuídas aleatoriamente em três tratamentos: desmame hiperprecoce, no qual as vacas separadas dos bezerros aos 30 dias de idade (W30), desmame precoce, quando separadas aos 75 dias (W75) e desmame convencional, com os bezerros desmamados aos 180 dias (W180). Foram avaliados o ganho médio diário (GMD) e o escore de condição corporal (ECC) ao parto, 30, 75 e 115 dias pós-parto (ECC30, ECC75 e ECC115). A avaliação da atividade ovariana, análise de progesterona (P4) e ácidos graxos não esterificados (NEFA), foram realizadas aos 30, 45, 64, 81 dias pós-parto (dPP). O maior GMD e ECC foram observados dos 30 aos 75 dPP em vacas do W30 ( $0,800 \pm 0,55$  kg;  $3,39 \pm 0,45$ ) em relação ( $P < 0,05$ ) ao W75 ( $-0,016 \pm 0,42$  kg;  $3,05 \pm 0,36$ ) e W180 ( $0,260 \pm 0,39$  kg;  $2,83 \pm 0,26$ ), resultando na maior taxa de ciclicidade e aumento dos níveis de P4 ( $P < 0,05$ ), contudo o tamanho dos folículos e os níveis de NEFA não foi influenciado pela idade à desmama ( $P > 0,05$ ). A taxa de prenhez (TP) geral foi maior ( $P < 0,05$ ) para o W30 (95,5%) em relação ao W180 (73,9%), sem diferir do grupo W75 (95,0%). As vacas do W30 demonstraram maior TP ( $P < 0,05$ ) aos 81 dPP (72,5%) em relação aos outros tratamentos (W75: 15% e W180: 34,8%). Isso evidencia que a frequência das concepções é diferente entre as idades à desmama. Os maiores pesos ao parto e níveis de P4 aos 30 dPP, foi correlacionado positivamente com a

possibilidade ( $P < 0,05$ ) das vacas emprenharem ao final do diagnóstico de gestação. Concluiu-se que, as vacas desmamadas de seus terneiros, aos 30 dias de parição, possuem maiores chances de repetição de cria, pelo retorno antecipado à ciclicidade ovariana pós-parto.

**Palavras-chave:** anestro, desmame, folículos, metabólitos, prenhez

## 1 Introdução

Sistemas de cria estão migrando para regiões mais difíceis devido a entrada da agricultura e isso, aumenta os desafios para manter a produtividade. A alimentação é a principal variável que afeta a eficiência reprodutiva, mas tem custos elevados e muitas vezes dificulta o uso de alimentos suplementares para a vaca de cria obter condições necessárias para melhorar a eficiência reprodutiva e produtiva do rebanho. A deficiência nutricional associada a amamentação e lactação, são considerados os principais fatores que afetam a duração do anestro pós-parto (Short et al., 1990; Montiel and Ahuja, 2005), sendo a amamentação associada a frequência, intensidade e duração (Williams, 1990; Mondragón et al., 2016).

Estudos têm demonstrado que a amamentação suprime a atividade ovariana pós-parto (Smith and Vincent, 1972; Williams, 1990), visto que a sucção pelo terneiro interfere na liberação do GnRH pelo hipotálamo, reduzindo a liberação dos pulsos de LH, o que retarda o início da atividade luteal cíclica pós-parto (Malven et al., 1986; Parfet et al., 1986; Montiel and Ahuja, 2005).

Em situações de baixa oferta de forragem, para atender as exigências nutricionais (Waterman et al., 2012), em vacas lactantes em pastagens naturais (de Castro et al., 2006), ocorre o balanço energético negativo (BEN) (Diskin et al., 2003), devido ao aumento das exigências nutricionais. Pois, é corrente a perda de peso e

esgotamento das reservas corporais, prolongando deste modo o período de anestro, o que influencia o desempenho reprodutivo e a produtividade do rebanho com estações de acasalamento e parição definidas (Wettemann et al., 2003; Waterman et al., 2012).

O BEN, resultado da mobilização de reservas corporais, ocorre devido ao aumento da concentração dos ácidos graxos não esterificados (Non-Esterified Fatty Acids; NEFA) no plasma sanguíneo, sendo este parâmetro o indicador mais utilizado para animais que estão perdendo condição corporal (Block et al., 2001; Ospina et al., 2010). Assim, a determinação de metabólitos que regulam o intervalo parto-primeira ovulação é necessário em vacas de corte, para determinar estratégias de manejo destinadas ao aumento da taxa de prenhez e produtividade (Wettemann et al., 2003).

Nestas condições, o desmame precoce realizado aos 60 dias pós-parto tem sido usualmente empregado como estratégia para incrementar a taxa de prenhez e o desempenho reprodutivo (De Castro et al., 2006; Vaz et al., 2010; Ungerfeld et al., 2011; Warner et al., 2015). A desmama reduz as exigências nutricionais das vacas e melhora o ganho de peso e condição corporal, reduzindo assim o período de anestro pós-parto (Story et al., 2000; Quintans et al., 2009). Contudo, Teira et al. (2012) afirmam que, com a realização do desmame precoce, torna-se difícil obter um parto durante o período de um ano, pelo fato deste ocorrer no momento de pico da lactação da fêmea, sendo que a maior parte das reservas de energia já foram mobilizadas para suprir as demandas da produção de leite. Com isso, a realização do desmame no início da estação reprodutiva, em idades ainda mais precoces, pode ser uma nova estratégia para garantir que as vacas emprenhem em no máximo 85 dias pós-parto (De Castro et al., 2006; Sheldon et al., 2006). Contudo, avaliações

dos efeitos da desmama hiperprecoce ainda não foram realizadas. Portanto, o objetivo desta pesquisa foi medir as respostas do desmame antecipado nos indicadores reprodutivos e metabólicos em vacas de corte.

## **2 Material e Métodos**

O estudo foi desenvolvido no período de 6 meses (outubro de 2018 a abril de 2019), após a aprovação pelo Comitê de Ética no Uso de Animais, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) sob protocolo 33439.

### *2.1 Localização da área experimental*

A pesquisa foi conduzida na Estação Experimental Agronômica (EEA/UFRGS), localizada no município de Eldorado do Sul, RS/Brasil, situada na região climática da Depressão Central, entre a latitude: 30° 09' 65" S, longitude: 51° 67' 39" W e altitude: 32 m (Datum SIRGAS, 2000). O clima é do tipo Cfa (subtropical úmido), com a temperatura média anual de 18,8 °C, com médias máximas de 30,2 °C no mês de janeiro e mínimas de 8,5 °C em julho. A precipitação pluvial anual atinge em torno de 1.455 mm, com as chuvas bem distribuídas ao longo do ano (Bergamaschi et al., 2013). A temperatura média máxima, mínima e a precipitação durante o período em estudo foi de 29,98 °C, 18,98 °C e 49,36 mm, respectivamente. Na região, predominam solos da unidade de mapeamento São Jerônimo, classificados como Argissolo Vermelho distrófico, com textura franco-argilosa, pobres em matéria orgânica e pH de 4,7 (Bergamaschi et al., 2013; Carvalho et al., 2019).

## 2.2 Animais, manejo e análise dos alimentos

Após o parto, foram selecionadas 65 vacas de parto normal, da raça Brangus (5/8 Angus x 3/8 Nelore) com média de  $4,5 \pm 2,1$  anos de idade e os respectivos terneiros, do rebanho da EEA/UFRGS, distribuídas aleatoriamente em 3 tratamentos experimentais, em função da idade de desmame, assim designados: desmame hiperprecoce, constituído por vacas separadas dos terneiros aos 30 dias de idade (W30,  $n=22$ ), desmame precoce, vacas separadas aos 75 dias de idade (W75,  $n=20$ ) e desmame convencional, vacas mantidas com os terneiros ao pé até aos 180 dias de idade (W180,  $n=23$ ). Os desmames ocorreram nos meses de dezembro (W30) e fevereiro (W75), sendo os terneiros foram desmamados em grupo, constituído por: 10 machos e 12 fêmeas (W30), 12 machos e 8 fêmeas (W75) e 14 machos e 9 fêmeas (W180).

As vacas foram acasaladas sob monta natural, num período de 107 dias durante a estação de monta natural, usando três touros da mesma raça, sendo submetidos ao exame andrológico antes da entrada na reprodução.

Durante o período experimental, todas as vacas permaneceram no mesmo lote, mantidas em pasto nativo, com predominância das espécies do gênero *Andropogon*, *Paspalum*, *Axonopus*, e outras espécies: *Schizachyrium microstachyum*, *Saccharum angustifolium*, *Vernonia nudiflora* e *Eryngium spp* (Carvalho et al., 2019) e *Penisetum americanum* (milheto- pasto de verão), recebendo suplementação mineral *ad libitum*. A área total foi de 51,7 hectares (ha), sendo 41,3 ha de pasto nativo e 10,4 ha de pasto cultivado. O manejo sanitário (banhos, vermifugações e vacinações), seguiu o protocolo da EEA/UFRGS.

Em intervalos de 28 dias foi avaliada a oferta de forragem, com base na metodologia de Haydock and Shaw (1975) e coletadas amostras para verificar a



qualidade nutricional dos alimentos, por meio da técnica de simulação de pastejo dos animais. Após a coleta, as amostras foram colocadas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas a -15 °C até ao momento das análises laboratoriais (Lista et al., 2007). A análise de matéria seca (MS), foi realizada segundo o método número 930.15 (AOAC, 1995), a proteína bruta (PB) pelo método número 984.13 adaptado por Prates (2007) e a Fibra em Detergente Neutro (FDN) pelo método de Van Soest adaptado por Prates (2007) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Massa de forragem e composição química dos alimentos fornecidos aos animais durante o período experimental.

Sistema de alimentação	Mês	Massa de forragem MS (kg/ha)	MS (%)	PB (%)	FDN (%)
Pasto nativo	Dez/2018	1.848	38,80	10,99	73,90
	Fev/2019	2.592	33,09	8,89	76,67
Milheto	Jan/2019	1.134	22,90	16,12	63,08
<i>(Penisetum americanum)</i>	Fev/2019	2.311	21,09	11,07	63,39
	Mar/2019	2.051	19,94	17,69	55,13

Dez- dezembro, Jan- janeiro, Fev- fevereiro, Mar- março, MS- matéria seca, FDN- fibra em detergente neutro, PB- proteína bruta

### 2.3 *Peso vivo e ecore de condição corporal (ECC) dos animais*

Ao parto, na data do desmame hiperprecoce (30 dPP), precoce (75 dPP) e ao final da estação reprodutiva (115 dPP), foi mensurado o peso vivo (PV), para o cálculo do ganho médio diário (GMD) entre duas pesagens e pontuado o ECC, usando uma escala de 1 a 5, sendo 1= muito magra, 2=magra, 3=média, 4= gorda e 5=muito gorda, com incrementos de 0,25 unidades, para garantir a maior precisão, com base na metodologia descrita por Edmonson et al. (1989). O PV e o ECC ao parto, foram mensurados até no máximo 24 horas após o nascimento do terneiro.

#### *2.4 Atividade ovariana*

A avaliação da atividade ovariana foi realizada aos 30, 45, 64 e 81 dias pós-parto, por meio de ultrassonografia transretal com o uso do equipamento Ultrassom infinit i3V 7.0 MHz linear multi-frequency transducer. Foram identificadas a presença do corpo lúteo (CL), mensurados o diâmetro folicular, que apresentavam no mínimo 5 mm. Durante o mesmo período e aos 100 e 115 dPP (final da estação reprodutiva), foi identificada a presença de prenhez. E o diagnóstico final de gestação foi realizado 30 dias após o final da estação reprodutiva, também pelo uso da ultrassonografia transretal.

Para avaliar a eficiência reprodutiva das vacas submetidas a diferentes tratamentos, foram analisados Intervalo Parto Primeiro Cio (IPPC), que foi obtido considerando o período transcorrido desde o parto até a observação do primeiro CL e a taxa ciclicidade (TC) pelo percentual de vacas com nível de progesterona (P4) acima de 1 ng/mL. A frequência acumulada de prenhez foi determinada pela relação entre o número de vacas prenhas em cada avaliação pelo total de vacas acasaladas.

#### *2.5 Análises de NEFA e P4*

Para a mensuração dos níveis de P4 e NEFA, foram coletadas amostras de 10 mL de sangue aos 30, 45, 64 e 81 dPP, em tubos a vácuo estéril sem anticoagulante, mediante a punção da veia coccígea (Marquezini et al., 2013) e identificadas corretamente. As amostras foram centrifugadas a 3000 rpm por 20 minutos e o plasma obtido foi condicionado em tubos criogênicos de 2 mL, em duplicatas e conservado em nitrogênio líquido (-196°C), até o momento das análises (Varughese et al., 2017).

A determinação dos níveis de P4 teve como propósito avaliar o retorno à atividade ovariana, por meio do teste de quimioluminescência, utilizando kit comercial (Beckman Coulter, EUA) a leitura foi realizada no equipamento Accses II (Beckman Coulter, EUA). As concentrações de NEFA foram analisadas por colorimetria através de kits comerciais (Wako NEFA-HR, Wako Chemicals EUA ®, Richmond, EUA) e a leitura foi realizada em um analisador bioquímico automatizado Lambax Plenno (Labtest Diagnóstica Ltda, Lagoa Santa, MG, Brasil). Para todas análises, os coeficientes de variação dos dados inter e intra foram <5%.

## 2.6 Análise estatística

As análises foram realizadas com auxílio do software IBM SPSS, versão 21. Os dados foram analisados usando Modelos Mistos Lineares (Linear Mixed Models; LMM). Foram considerados como fatores fixos o tratamento (idade ao desmame), o período de avaliação e interação entre estas variáveis e o animal (vaca) como efeito aleatório. Foi utilizada a matriz de covariância autoregressiva de primeira ordem (AR (1) heterogênea e para o efeito aleatório a matriz autoregressiva de primeira ordem (AR (1)), pela parcimônia. Foi realizado o Q-Q plot, que atesta a normalidade dos resíduos. Para a comparação de médias foi usado o teste de *Bonferroni*. A taxa de ciclicidade e prenhez foram comparadas pelo teste de Qui-quadrado. Foi realizada a regressão logística binária pelo método ENTER para verificar as variáveis preditoras da prenhez. Foram incluídos como fatores no modelo o peso ao parto e o nível de P4 aos 30 dias pós-parto, sendo excluído do modelo o intervalo parto ao primeiro cio (IPPC) com  $P > 0,05$ , pelo teste de Wald. A qualidade do ajuste do modelo foi avaliada pelo teste de Hosmer e Lemeshow. Os valores de Odds ratios (OR) e

intervalo de confiança (IC) foi considerado a 95%. Para todos os testes, as variáveis foram consideradas significativas quando  $P < 0,05$ .

### 3 Resultados

#### 3.1 Variação de Peso

O peso ao parto foi similar ( $P > 0,05$ ) em todas as vacas, com média de  $455,2 \pm 58,8$  kg (W30),  $455,3 \pm 63,6$  kg (W75) e  $418,1 \pm 53,3$  kg (W180). Para o ganho de peso, foi observado efeito significativo da interação idade à desmama x período de avaliação ( $P = 0,003$ ). Nos primeiros 30 dias após o parto verificou-se uma perda de peso em todos animais. De 30 a 75 dPP, as vacas submetidas ao desmame hiperprecoce apresentaram ganho de 0,800 kg, sendo superior ( $P < 0,05$ ) em relação ao W180 (0,260 kg) e W75 (-0,016 kg). Contudo, dos 75 aos 115 dPP (final da época de acasalamento), as médias foram similares ( $P > 0,05$ ), sendo registada uma perda de peso em todos os animais, tanto em vacas que haviam sido desmamadas precocemente (W30 e W75) quanto aquelas que ainda estavam amamentando, pelo método convencional de desmame (W180) (Tabela 2).

#### 3.2 Escore de condição corporal das matrizes

Para a variável condição corporal, a interação idade à desmama x período de avaliação foi significativa ( $P = 0,0001$ ; Tabela 2). Ao parto, as vacas apresentaram ECC similares ( $P > 0,05$ ). A variação da condição corporal foi observada aos 75 e 115 dPP, tendo a melhor condição corporal as vacas separadas dos terneiros aos 30 dPP. Aos 45 dias após o desmame hiperprecoce, as vacas submetidas a este tratamento apresentaram um melhor ECC (3,39 pontos) em relação ( $P < 0,05$ ) ao W75 (3,05 pontos) e W180 (2,83 pontos), que apresentaram médias similares

( $P>0,05$ ) entre si. Aos 115 dPP, foi observada uma redução no ECC em vacas de todos os tratamentos, sendo que a média do grupo W30 (3,23), apresentou-se maior ( $P<0,05$ ) em relação ao grupo W180 (2,62), mas sem diferir ( $P>0,05$ ) com o grupo W75 (2,90).

**Tabela 2.** Ganho de peso diário (GMD; kg/d) e escore de condição corporal (ECC) das vacas em distintos períodos de avaliação.

Variáveis	Idade à desmama		
	W30	W75	W180
GMD parto a 30 dPP	-0,09±0,75 <sup>a</sup>	-0,024±0,99 <sup>a</sup>	-0,272±0,43 <sup>a</sup>
GMD 30 a 75 dPP	0,800±0,55 <sup>a</sup>	-0,016±0,42 <sup>b</sup>	0,260±0,39 <sup>b</sup>
GMD 75 a 115 dPP	-0,311±0,57 <sup>a</sup>	-0,170±0,45 <sup>a</sup>	-0,453±0,33 <sup>a</sup>
ECC ao Parto	2,97±0,48 <sup>a</sup>	2,77±0,36 <sup>a</sup>	2,97±0,45 <sup>a</sup>
ECC 30 dPP	2,98±0,33 <sup>a</sup>	2,95±0,50 <sup>a</sup>	2,90±0,34 <sup>a</sup>
ECC 75 dPP	3,39±0,45 <sup>a</sup>	3,05±0,36 <sup>b</sup>	2,83±0,26 <sup>b</sup>
ECC 115 dPP	3,23±0,40 <sup>a</sup>	2,90±0,37 <sup>ab</sup>	2,62±0,38 <sup>b</sup>

Os dados apresentam resultados de média ± desvio padrão.

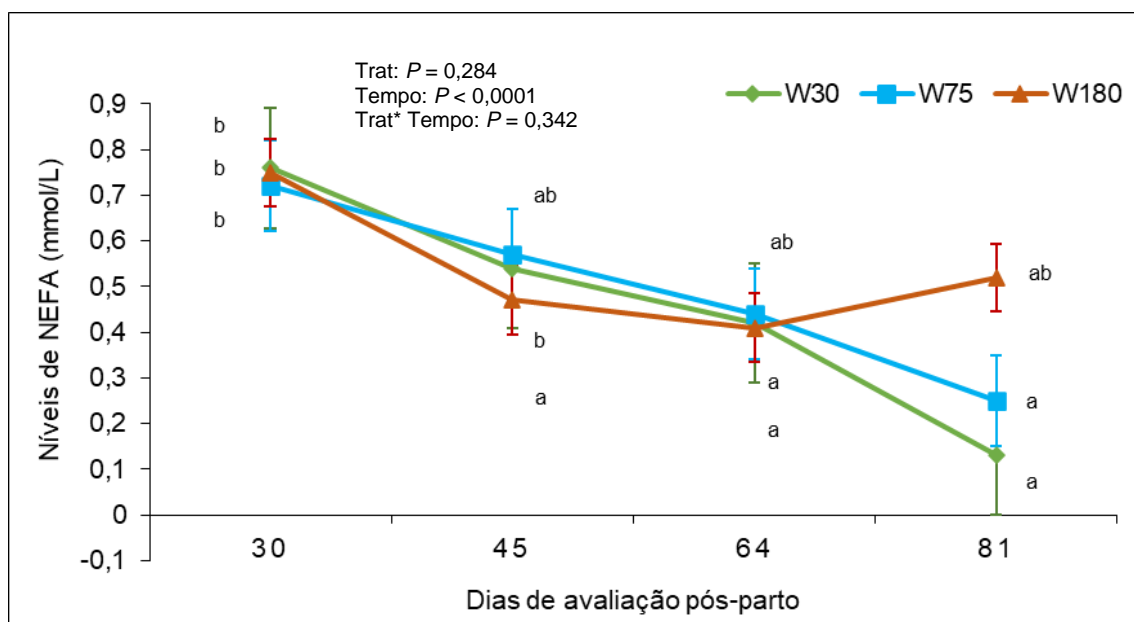
Letras diferentes na mesma linha diferem entre si ( $P<0,05$ ), pelo teste de *Bonferroni*.

dPP: dias pós-parto; kg/d: quilograma/dia; W30: desmame hiperprecoce; W75: desmame precoce; W180: desmame convencional.

### 3.3 Concentração dos níveis de NEFA

A concentração de NEFA, avaliada em diferentes períodos (30 a 81 dPP), teve efeito significativo do período de avaliação ( $P=0,0001$ ), mas não da idade à desmama ( $P=0,284$ ), nem da interação ( $P=0,342$ ). Aos 30 dPP as vacas apresentavam maiores níveis de NEFA (0,76; 0,72 e 0,75 mmol/L) para W30, W75 e W180, respetivamente. Estes níveis foram decrescendo posteriormente, exceto as vacas mantidas com os terneiros ao pé (W180) que tiveram um aumento na concentração do NEFA aos 81 dPP (0,52 mmol/L) não diferindo ( $P>0,05$ ) com dia

30, enquanto que as vacas do desmame hiperprecoce (0,13 mmol/L) e precoce (0,25 mmol/L), apresentaram níveis mais baixos neste último período (Figura 1).

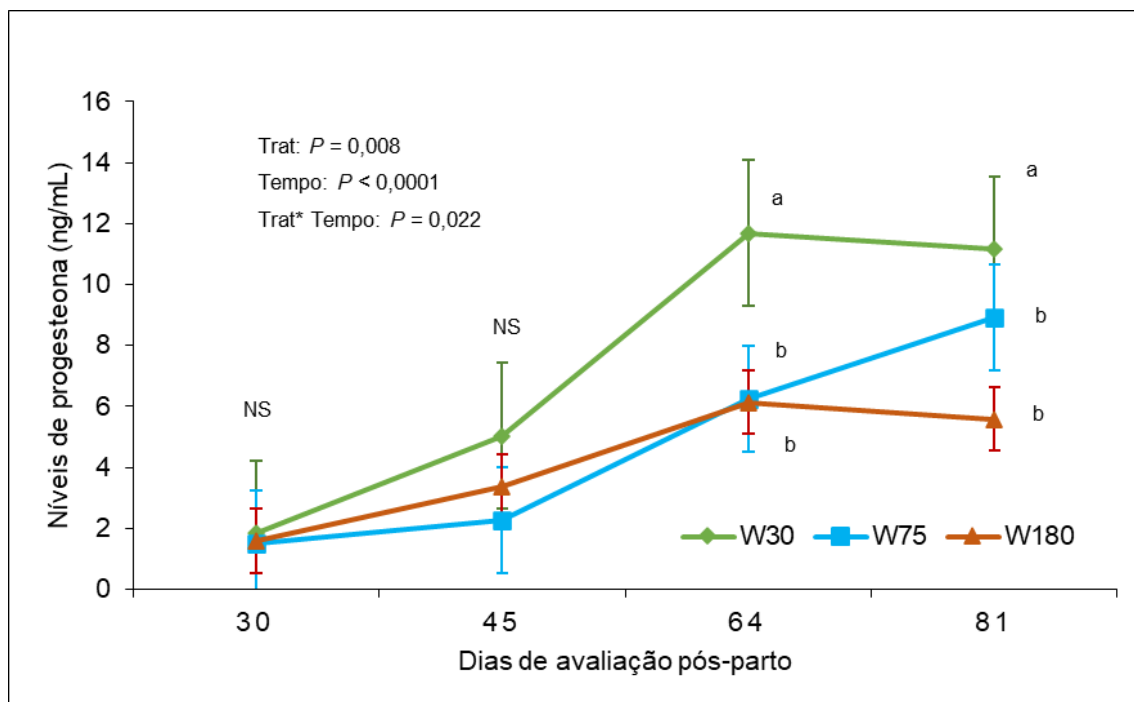


**Figura 1.** Níveis de ácidos graxos não esterificados (NEFA) das vacas submetidas ao desmame hiperprecoce (W30), precoce (W75) e convencional (W180) em distintos períodos avaliados.

<sup>ab</sup> Letras diferentes indicam diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre os períodos de avaliação

### 3.4 Concentração dos níveis de P4

As concentrações dos níveis de P4 foram maiores em vacas submetidas ao desmame hiperprecoce em relação ao desmame precoce e convencional (Figura 2), com efeitos significativos para a interação idade à desmama x período de avaliação ( $P=0,022$ ). Até 45 dPP, os níveis de P4 foram similares entre os tratamentos, sendo observados níveis mais altos de P4 aos 64 dPP em vacas do W30 ( $11,68 \pm 10,20$  ng/mL) comparativamente ( $P < 0,05$ ) as vacas do W75 ( $6,25 \pm 5,59$  ng/mL) e W180 ( $6,13 \pm 7,71$  ng/mL). Aos 81 dPP, houve um aumento dos níveis de P4 nas vacas do W75 ( $8,93 \pm 7,56$  ng/mL), embora não tenha diferido ( $P > 0,05$ ) com o W180 ( $5,59 \pm 6,35$  ng/mL), sendo inferiores ( $P < 0,05$ ) em relação ao W30 ( $11,16 \pm 3,19$  ng/mL).



**Figura 2.** Níveis de progesterona das vacas submetidas ao desmame hiperprecoce (W30), precoce (W75) e convencional (W180) em distintos períodos de avaliação.

NS- Não significativo

<sup>a,b</sup> Letras diferentes indicam diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos

### 3.5 Tamanho dos folículos

A média do diâmetro dos folículos mensurados nos diferentes períodos (Tabela 3), teve efeito apenas no período de avaliação ( $P=0,014$ ), não tendo indicado diferenças entre as idades ao desmame ( $P=0,666$ ) e as suas interações ( $P=0,113$ ). O maior diâmetro folicular (DF) foi observado aos 64 dPP em vacas do W30 ( $12,13 \pm 2,72$  mm) e W75 ( $11,64 \pm 2,54$  mm), sendo superior ( $P < 0,05$ ) em relação aos 45 dPP e 30 dPP, respectivamente. O DF não teve efeito ao longo do tempo nas vacas do grupo W180. Contudo, aos 81 dPP, houve uma redução no tamanho dos folículos em vacas submetidas ou não ao desmame.

**Tabela 3.** Diâmetro médio dos folículos (mm) das vacas dos diferentes tratamentos em distintos períodos de avaliação.

Período de avaliação	W30	W75	W180
	(mm) (n)	(mm) (n)	(mm) (n)
30 dPP	9,74±1,83 <sup>ab</sup> (14)	8,73± 2,57 <sup>b</sup> (13)	9,96±2,93 <sup>a</sup> (12)
45 dPP	8,66±1,75 <sup>b</sup> (10)	10,78±2,03 <sup>ab</sup> (11)	9,22±1,93 <sup>a</sup> (13)
64 dPP	12,13±2,72 <sup>a</sup> (6)	11,64±2,54 <sup>a</sup> (8)	10,0±1,55 <sup>a</sup> (13)
81 dPP	10,10±0,14 <sup>ab</sup> (2)	10,16±2,66 <sup>ab</sup> (8)	9,56±2,62 <sup>a</sup> (5)

Os dados apresentam resultados de média ± desvio padrão.

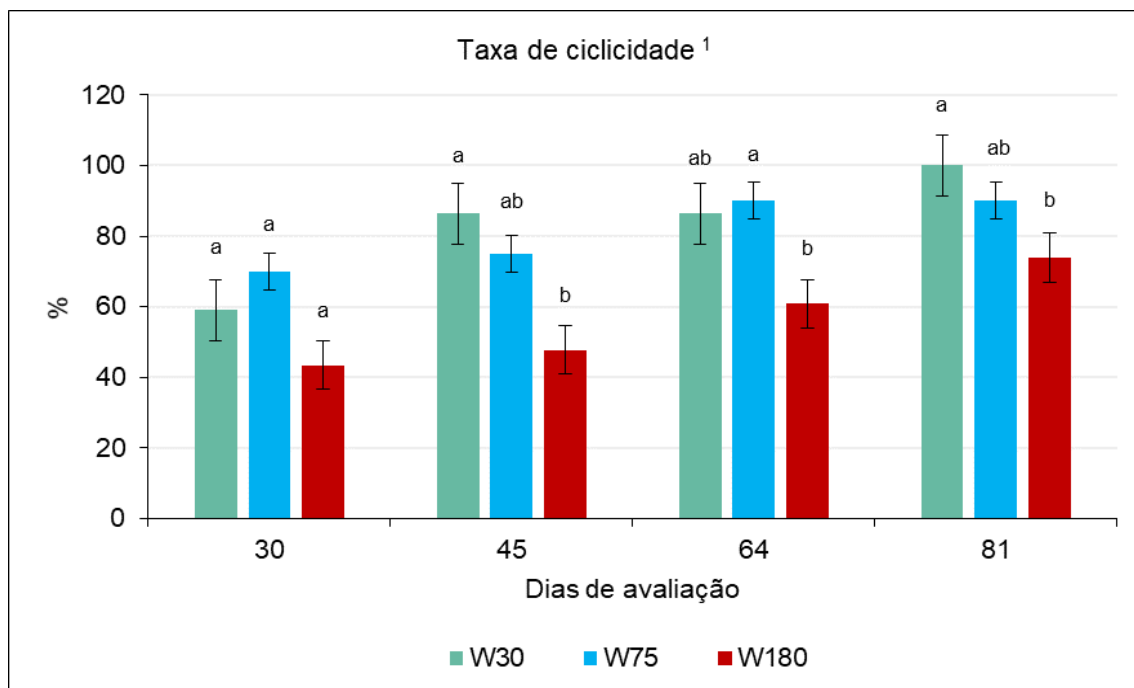
Letras diferentes na mesma coluna indicam que houve diferença ( $P < 0,05$ ), pelo teste de *Bonferroni*.

dPP: dias pós-parto; n: número de vacas; W30: desmame hiperprecoce; W75: desmame precoce; W180: desmame convencional.

### 3.6 Taxa de ciclicidade

O retorno a atividade cíclica foi avaliado quando os níveis de P4 foram superiores a 1ng/mL (Figura 3). Na primeira avaliação (30 dPP), a taxa de ciclicidade foi similar ( $P > 0,05$ ) entre o W30 (59,1%), W75 (70,0%) e W180 (43,5 %). A variação da taxa de ciclicidade foi observada a partir dos 45 dPP, em vacas do W30 (86,5%) em relação ( $P < 0,05$ ) ao W180 (47,8%), sem diferir ( $P > 0,05$ ) com o W75 (75%). Aos 64 dPP, foi observado um aumento na TC em vacas do W75 (90%), diferindo apenas ( $P < 0,05$ ) com o grupo W180 (60,9%). Contudo, aos 81 dPP, 100% das vacas do W30 estavam cíclicas contra ( $P < 0,05$ ) 73,9% do grupo W180, o que se refletiu na ocorrência de uma prenhez mais precoce.





**Figura 3.** Taxa de ciclicidade das vacas submetidas ao desmame hiperprecoce (W30), precoce (W75) e convencional (W180) ao longo das avaliações.

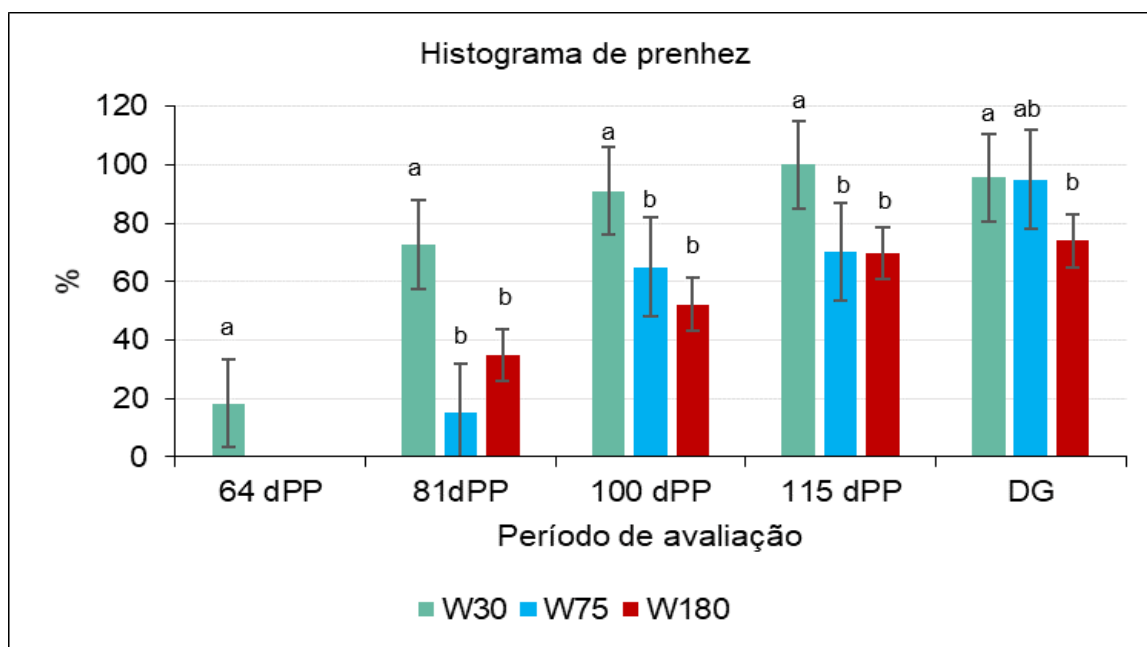
<sup>1</sup> Vacas cíclicas: P4 >1ng/mL

<sup>a,b</sup> Letras diferentes indicam diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos

### 3.7 Taxa de prenhez

O histograma da prenhez (Figura 4), ilustra o comportamento acumulada em cada período de avaliação. Aos 34 dias após o desmame hiperprecoce (W30), foram observados os primeiros resultados de prenhez (18,2%) apenas para as vacas submetidas a este tipo de desmame, enquanto as vacas dos outros tratamentos ainda permaneciam com o bezerro ao pé da vaca. Aos 81 dPP, considerado o período máximo para as vacas engravidarem, 72,7% do W30 estavam prenhes diferindo ( $P < 0,05$ ) do W75 (15,0%) e W180 (34,8%), o que demonstra os efeitos deste tipo de desmame. E ao final da estação de monta (115 dPP), todas as vacas do W30 (100%) estavam prenhes, contra ( $P < 0,05$ ) 70% (W75) e 69,6% (W180), que não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre si. Contudo, a TP geral, avaliada 30 dias após o final da estação de acasalamento, foi similar em vacas separadas dos terneiros aos 30

(95,5%) e 75 dias (95,0%), sendo as vacas do grupo W30 superior ( $P<0,05$ ) em relação ao grupo W180 (73,9%), que ainda permaneciam com o terneiro ao pé.



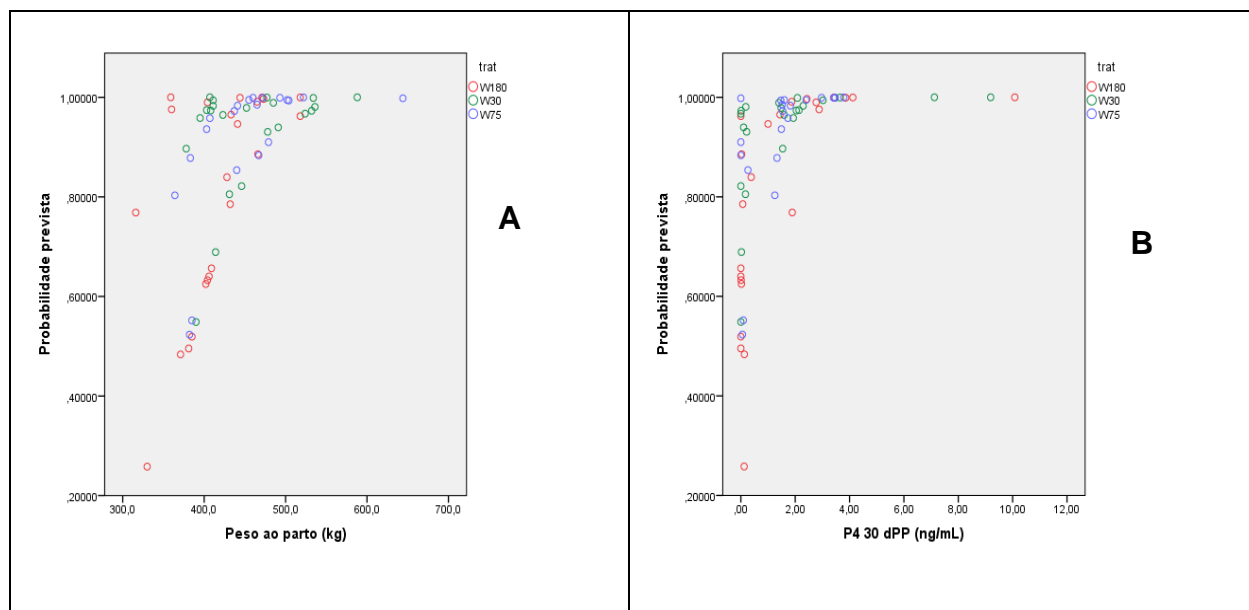
**Figura 4.** Frequência de prenhez acumulada das vacas submetidas ao desmame hiperprecoce (W30), precoce (W75) e convencional (W180) em distintos períodos de avaliação.

DG: diagnóstico de gestação- realizado 30 dias após ao final da estação reprodutiva

<sup>a,b</sup> Letras diferentes indicam diferença estatística ( $P<0,05$ ) entre os tratamentos

### 3.8 Probabilidade de prenhez

O peso ao parto e o nível de P4 aos 30 dPP foram associadas positivamente a maior probabilidade de prenhez ( $R^2=0,409$ ; Figura 5). O aumento do peso ao parto e os níveis de P4 aos 30 dPP aumentou em 1,024 vezes a chance de prenhez (intervalo de confiança de 95% [IC]=1,002-1,046,  $P=0,030$ ) e 4,317 vezes (IC=1,129-16,512,  $P=0,033$ ), respectivamente.



**Figura 5.** Probabilidade de prenhez ao final do diagnóstico de gestação de acordo com o peso ao parto (A)  $[P(\text{Prenhez}) = \exp(-9,079 + 0,024 \times \text{peso ao parto}) / 1 + \exp(-9,079 + 0,024 \times \text{peso ao parto})]$ :  $P=0,030$ ] e nível de progesterona (P4) das vacas aos 30 dPP (B)  $[P(\text{prenhez}) = \exp(-9,079 + 1,463 \times \text{p4 aos 30 dpp}) / 1 + \exp(-9,079 + 1,463 \times \text{p4 aos 30 dpp})]$ :  $P=0,033$ ].

#### 4 Discussão

De modo geral, quanto mais cedo é realizado o desmame, maior é o ganho de peso e o ECC das vacas, comparadas ao desmame mais tardio. A melhor resposta ocorre geralmente até 45 dias após a interrupção definitiva da lactação, quando as vacas desmamadas no W30 demonstraram ganhos de peso (0,800 kg/d) e no ECC (0,41 pontos) superior aos demais do estudo. Além disso, também observamos que as vacas do W180 tiveram ganhos inferiores e as do W75, inclusive perderam peso. Resultados encontrados por Waterman et al. (2012), demonstraram que as vacas que tiveram seus bezerros removidos no desmame precoce (80 dPP) apresentaram ganho de peso superior em relação as vacas do desmame convencional, grupo controle (0,13 kg/d vs -0,27 kg/d) e aumento no ECC (1,3 vs -

0,2 pontos), durante 133 dias. Portanto, conclui-se que, o desmame precoce realizado ao início da estação reprodutiva incrementa estes indicadores de peso em vacas de corte. Adicionalmente, De Castro et al. (2011), observaram que vacas submetidas ao desmame precoce (71 dPP) tiveram um aumento no ECC de 0,7 e 0,9 pontos, em 5 e 9 semanas após o tratamento em relação as vacas que estavam amamentando. Para Díaz et al. (2017), a redução no ECC foi verificada até 80 dias pós-parto, em vacas da raça Brahman mantidas em pasto nativo, submetidas ou não a amamentação controlada. Na presente pesquisa, a redução do ECC foi observada em vacas mantidas com os terneiros ao pé (W180) ao longo do período experimental. Estes resultados sustentam a hipótese de que com o desmame, a vaca redireciona os nutrientes para o ganho de peso e melhoria da condição corporal (Story et al., 2000). Portanto, quanto mais cedo ocorrer o desmame, maior é o impacto sobre as exigências nutricionais da vaca (NRC, 2000), devido as exigências metabólicas das vacas durante o pico da lactação. Além disso, o desmame hiperprecoce favorece um maior tempo de recuperação reprodutiva e nutricional ao longo da época de acasalamento, aumentando suas chances de uma nova prenhez.

Embora, neste experimento, tenha se observado o incremento no ganho de peso e melhoria da condição corporal em vacas submetidas ao desmame hiperprecoce, os níveis de NEFA não foram afetados pela idade à desmama, mas à medida que avançava o período pós-parto eles decrescem. Estes resultados são similares aos reportados em pesquisas anteriores em vacas de leite, indicando a maior lipomobilização no início da lactação (Konigsson et al., 2008; González et al., 2011), com níveis de NEFA acima de 0,4 mmol/L (Mohebbi-Fani et al., 2019). Segundo (Drackley, 2000), após o parto, vacas em BEN apresentam níveis de NEFA

acima de 0,7 mmol/L e estes valores decrescem para 0,3 mmol/L, após seis semanas. Valores menores foram observados aos 81 dPP em vacas do W30 (0,13 mmol/L) e W75 (0,25 mmol/L), enquanto para as vacas do W180, foi verificado um aumento nos níveis de NEFA (0,52 mmol/L). Esse aumento deve-se provavelmente a redução no ECC que foi observado em vacas que permaneceram amamentando. Resultados similares foram reportados por Stefańska et al. (2016), onde as vacas com baixo ECC tiveram aumento nos níveis de NEFA. De acordo com Easdon et al. (1985), as vacas subalimentadas e em lactação adaptam o seu metabolismo para se tornarem mais eficiente no uso da energia, reduzindo a produção de leite e o peso. Assim, os níveis de NEFA diminuem gradualmente com o passar do tempo (Ponter et al., 2000), acompanhando a redução na mobilização de tecidos de reserva. Contudo, durante o período em análise, apenas as vacas submetidas ao desmame hiperprecoce, estavam em balanço energético positivo, com níveis de NEFA inferiores a 0,2 mmol/L, o que demonstra o efeito deste tipo de desmame na melhoria do balanço energético das vacas de corte em pastejo, pela redução das exigências nutricionais. Adicionalmente, os níveis de NEFA têm relação com a atividade cíclica, sendo maior em vacas anestro (Konigsson et al., 2008). Nossos resultados corroboram com o estudo realizado por Lynch et al. (2010), que observam uma redução nos níveis de NEFA em 2 dias após o desmame.

O maior diâmetro folicular foi verificado aos 64 dPP em vacas submetidas ao desmame hiperprecoce (12,1 mm) e precoce (11,6 mm). Entretanto, para as vacas do desmame convencional, não foi verificada a variação no tamanho folicular ao longo do tempo. Sinclair et al. (2002), observaram acima de 21 dias após o parto, maior diâmetro folicular em vacas submetidas a restrição da amamentação (13,1 mm) em relação as vacas amamentando de forma contínua (11,9 mm). Resultados

semelhantes foram observados em vacas submetidas a amamentação controlada (1 vez/dia), que favoreceu o retorno da atividade ovariana em comparação com as vacas que amamentavam de forma contínua onde o diâmetro folicular foi prejudicado e influenciou negativamente no retorno ao estro (Mondragón et al., 2016). Com base nos nossos resultados, o efeito da idade ao desmame não foi explicativo para o aumento do tamanho folicular, possivelmente devido a longos intervalos entre as avaliações, que pode ter coincido com o início de uma nova onda folicular. Contudo, a concentração dos níveis de progesterona cresceu com o passar do tempo, sendo maiores nas vacas do W30 a partir dos 64 dias pós-parto. Resultados obtidos por Saqib et al. (2018), também verificaram aumentos dos níveis de P4, com o incremento do período pós-parto, sendo o aumento contínuo observado em novilhas prenhas em relação as não prenhas (Scully et al., 2014). Na nossa pesquisa, os níveis de P4 refletiram-se na maior proporção de vacas do W30 (86,5%) em atividade cíclica aos 45 dPP, em relação as do W180 (47%). Resultados similares foram observados por Mondragón et al. (2016), em vacas amamentando 1 vez ao dia (72,2%) em relação ao grupo controle (55,5%), no mesmo período. Para de Castro et al. (De Castro et al., 2011), o retorno a ciclicidade pós-parto, dado pelos níveis de P4 maior que 1 ng/mL, foi observada em maior proporção na primeira semana após o desmame precoce. Isso demonstra que, com o desmame, as vacas retomam mais rapidamente a atividade cíclica, permitindo uma redução no período de anestro quando comparado as que permanecem em lactação (Odde et al., 1980; Parfet et al., 1986; Quintans et al., 2009).

A taxa de prenhez (TP) geral foi acima de 70%, sendo considerado índices médios, pois, para garantir a maior eficiência do sistema, a TP deve superar os 75% (Lampert et al., 2020). Valores superiores foram observados na presente pesquisa

em vacas submetidas ao desmame hiperprecoce (95,5%) e precoce (95,0%), com aumento de mais de 20% na TP em relação as vacas que ainda permaneciam com seus terneiros. Resultados encontrados por Moura et al. (2014), não indicaram diferenças na TP entre as vacas do desmame precoce (97%) e convencional (90%), mantidas em boa condição corporal (acima de 3,1 pontos) ao longo do período de acasalamento (85 dias). Story et al. (2000), também observaram taxas similares (92,5%) entre as duas técnicas. Estes resultados foram similares aos encontrados na presente pesquisa, onde a TP das vacas do W75 não demonstrou diferença com o W30, contudo, apenas diferindo entre o hiperprecoce e o convencional. Isso evidencia que numa condição alimentar intermediária os efeitos da desmama precoce em relação ao convencional é de menor magnitude do que quando os terneiros são desmamados em idade muito jovem.

A similaridade na TP entre o W30 e W75, foi em decorrência ao longo período de estação de monta de 107 dias utilizados no experimento. As vacas do grupo de desmame hiperprecoce (W30) obtiveram uma taxa de prenhez de 72,7 % em 81 dPP (considerado período ideal), tendo maior chance de repetição de cria quando comparado ao desmame precoce (15,0%) e convencional (34,8%). Corroborando com Hoffman et al. (1996); Williams (1990) e De Castro et al. (2006), que afirmaram que o desmame realizado em até dois meses após o parto, induz o retorno a atividade cíclica e melhora a TP em vacas de corte. Ao desmamar mais cedo os terneiros, pode-se aumentar as chances de concepção no início da época reprodutiva (Waterman et al., 2012). Isso resulta em uma concentração de partos no início da estação de parição, garantindo com que a vaca tenha mais tempo de recuperar as reservas corporais antes do início da estação reprodutiva subsequente (Grecellé et al., 2006; Pérez-torres et al., 2016).

Uma análise complementar demonstrou que a probabilidade de prenhez ao final do diagnóstico de gestação foi maior em vacas mais pesadas ao parto e com níveis superiores de P4 aos 30 dPP, especialmente nas vacas do W180. Embora não houvesse diferença no peso ao parto entre os tratamentos, as vacas do W180 tiveram um peso relativamente inferior, o que pode ter influenciado este resultado. Estudos demonstram que, a maior probabilidade de prenhez foi observada em vacas com maior condição corporal ao parto, com baixa taxa de perda da gestação, enfatizando a importância de garantir um bom estado nutricional no período pré-parto, para que as vacas cheguem ao parto com ECC superior a 3,0 (Ayres et al., 2014; Moura et al., 2014), com vista a antecipar o retorno a atividade cíclica pós-parto (Sartori and Guardieiro, 2010). A relação dos níveis de P4 com a taxa de prenhez, também foi demonstrada por Cavalieri (2019), onde as vacas tratadas com alta concentração de P4 tiveram maior chance de engravidar em relação as com baixo nível de P4. Em outras pesquisas, a redução dos níveis de NEFA após o parto (Macmillan et al., 2020) e o incremento no diâmetro folicular (Ribeiro Filho et al., 2013), também foi associada a maior chance de prenhez após a inseminação artificial. Contudo, na presente pesquisa estas variáveis não tiveram efeito na predição de prenhez.

## **5 Conclusão**

O desmame definitivo dos terneiros em idades precoces aumenta o ganho de peso, o escore de condição corporal e o retorno antecipado a atividade cíclica em vacas de corte. Estes efeitos resultam numa maior taxa de prenhez em relação ao desmame tardio, estando a prenhez associada positivamente com o peso ao parto e níveis de progesterona aos 30 dias pós-parto. Além disso, ocorre uma maior



concentração de prenhezes no início do período de acasalamento, cujos reflexos ocorrerão na temporada de acasalamento subsequente. Por tanto, a desmama antecipada, é uma estratégia sugerida para os sistemas de cria, em situações limitadas de alimentação, como uma tecnologia para evitar reduções na eficiência reprodutiva.

### **Agradecimentos**

Esta pesquisa foi financiada pelo programa Borlaug High Education for Agricultural and Development (BHEARD)- Michigan State University.

### **6 Referências bibliográficas**

Association of official agricultural chemistry (AOAC), 1995. Official Methods of Analysis., Ed. AOAC I. ed.

Ayres, H., Ferreira, R.M., Torres-júnior, J.R.S., Demétrio, C.G.B., Sá Filho, M.F., Gimenes, L.U., Penteadó, L., D´Occhio, M.J., Baruselli, P.S., 2014. Inferences of body energy reserves on conception rate of suckled Zebu beef cows subjected to timed artificial insemination followed by natural mating. *Theriogenology* 82, 529–536. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.04.026>

Bergamaschi, H., Melo, R.W. de, Guadagnin, M.R., Cardoso, L.S., Silva, M.I.G. da, Comiran, F., Dalsin, F., Tessari, M.L., Brauner, P.C., 2013. Boletins agrometeorológicos da estação experimental agrônômica da UFRGS: Série histórica 1970-2012.

Block, S.S., Butler, W.R., Ehrhardt, R.A., Bell, A.W., Van Amburgh, M.E., Boisclair, Y.R., 2001. Decreased concentration of plasma leptin in periparturient dairy cows is caused by negative energy balance. *J. Endocrinol.* 171, 339–348. <https://doi.org/10.1677/joe.0.1710339>

- Bossis, I., Wettemann, R.P., Welty, S.D., Vizcarra, J.A., Spicer, L.J., 2000. Nutritionally induced anovulation in beef heifers: Ovarian and endocrine function preceding cessation of ovulation. *Biol. Reprod.* 62, 1436–1444. <https://doi.org/10.2527/1999.7761536x>
- Carvalho, P.C. de F., Wallau, M.O., Bremm, C., Bonnet, O., Trindade, J.K. da, Rosa, F.Q. da, Freitas, T.S. de, Moojen, F.G., Nabinger, C., 2019. *Natividade: + de 30 anos de pesquisa em campo nativo, VIAPAMPA. ed. Porto Alegre, Rio Grande do Sul.*
- Cavalieri, J., 2019. Absence of a corpus luteum and relatively lesser concentrations of progesterone during the period of pre-ovulatory follicle emergence results in lesser pregnancy rates in *Bos indicus* cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 204, 39–49. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.03.003>
- De Castro, T., Ibarra, D., Rodriguez, M., Valdez, L., Benquet, N., Rubianes, E., 2011. Resumption of postpartum ovarian cyclicity after different suckling manipulation treatments in primiparous beef cows. *Anim. Prod. Sci.* 51, 111–114.
- De Castro, T., Ibarra, D., Valdez, L., Rodriguez, M., Benquet, N., Lagos, F.G., Rubianes, E., 2006. Effects of early weaning and progesterone-estradiol treatments on postpartum reproductive efficiency of grazing anestrous beef cows. *Anim. Reprod.* 3, 396–402.
- Díaz, R., Galina, C.S., Rubio, I., Corro, M., Pablos, J.L., Rodríguez, A., Orihuela, A., 2017. Resumption of ovarian function, the metabolic profile and body condition in Brahman cows (*Bos indicus*) is not affected by the combination of calf separation and progestogen treatment. *Anim. Reprod. Sci.* 185, 181–187. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2017.08.018>
- Diskin, M.G., Mackey, D.R., Roche, J.F., Sreenan, J.M., 2003. Effects of nutrition and

- metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 78, 345–370. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(03\)00099-X](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(03)00099-X)
- Drackley, J. k., 2000. Use of NEFA as a Tool to Monitor Energy Balance in Transition Dairy Cows. *Illinois Livest. Trail* 1–4.
- Easdon, M.P., Chesworth, J.M., Aboul-Ela, M.B., Henderson, G.D., 1985. The effect of undernutrition of beef cows on blood hormone and metabolite concentrations post partum. *Reprod. Nutr. Dev.* 25, 113–126. <https://doi.org/10.1051/rnd:19850111>
- Edmonson, A.J., Lean, I.J., Weaver, L.D., Farver, T., Webster, G., 1989. A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 72, 68–78. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(89\)79081-0](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(89)79081-0)
- González, F.D., Muiño, R., Pereira, V., Campos, R., Benedito, J.L., 2011. Science Relationship among blood indicators of lipomobilization and hepatic function during early lactation in high-yielding dairy cows. *J. Vet. Sci.* 12, 251–255. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4142/jvs.2011.12.3.251>
- Grecellé, R.A., Barcellos, J.O.J., Neto, J.B., Costa, E.C. da, Prates, Ê.R., 2006. Taxa de prenhez de vacas Nelore x Hereford em ambiente subtropical sob restrição alimentar. *Rev. Bras. Zootec.* 35, 1423–1430.
- Haydock, K.P., Shaw, N.H., 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Aust. J. Exp. Agric. Husb.* 15, 663–670.
- Hoffman, D.P., Stevenson, J.S., Minton, J.E., 1996. Restricting Calf Presence Without Suckling Compared with Weaning Prolongs Postpartum Anovulation in Beef Cattle. *J. Anim. Sci.* 74, 190–198.
- Konigsson, K., Savoini, G., Govoni, N., Invernizzi, G., Prandi, A., Kindahl, H.,

- Veronesi, M.C., 2008. Energy balance, leptin, NEFA and IGF-I plasma concentrations and resumption of post partum ovarian activity in Swedish Red and White breed cows. *Acta Vet. Scand.* 50, 1–7. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-50-3>
- Lampert, V.D.N., Canozzi, M.E.A., McManus, C.M., Dill, M.D., Oliveira, T.E. De, Mercio, T.Z., Teixeira, O.D.S., Barcellos, J.O.J., 2020. Modelling beef cattle production systems from the pampas in brazil to assess intensification options. *Sci. Agric.* 77, 1–13. <https://doi.org/10.1590/1678-992x-2018-0263>
- Lista, F.N., Silva, J.F.C. da, Vásquez, H.M., Detmann, E., Domingues, F.N., Ferolla, F.S., 2007. Avaliação de métodos de amostragem qualitativa em pastagens tropicais manejadas em sistema rotacionado. *Rev. Bras. Zootec.* 36.
- Lynch, E.M., Earley, B., Mcgee, M., Doyle, S., 2010. Characterisation of physiological and immunological responses in beef cows to abrupt weaning and subsequent housing. *BMC Vet. Res.* 6, 1–8.
- Macmillan, K., Gobikrushanth, M., Helguera, I.L., Behrouzi, A., Colazo, M.G., 2020. Relationships between early postpartum nutritional and metabolic profiles and subsequent reproductive performance of lactating dairy. *Theriogenology* 151, 52–57. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.03.034>
- Malven, P. V., Parfet, J.R., Greggo, D.W., Allrich, R.D., Moss, G.E., 1986. Relationships among concentrations of four opioid neuropeptides and luteinizing hormone-releasing hormone in neural tissues of beef cows following early weaning. *J. Anim. Sci.* 62, 723–733.
- Marquezini, G.H.L., Mercadante, V.R.G., Olson, K.C., Jaeger, J.R., Perry, G.A., Stevenson, J.S., Lamb, G.C., 2013. Effects of equine chorionic gonadotropin on follicle development and pregnancy rates in suckled beef cows with or without

- calf removal. *J. Anim. Sci.* 91, 1216–1224. <https://doi.org/10.2527/jas2012-5382>
- Mohebbi-Fani, M., Omid, A., Mirzaei, A., Nazifi, S., Nowroozi, K., 2019. A field study on glucose, non-esterified fatty acids, beta-hydroxybutyrate and thyroid hormones in dairy cows during the breeding period in Fars province, Iran. *Iran. J. Vet. Res.* 20, 55–59.
- Mondragón, V., Galina, C.S., Rubio, I., Corro, M., Salmerón, F., 2016. Effect of restricted suckling on the onset of follicular dynamics and body condition score in Brahman cattle raised under tropical conditions. *Anim. Reprod. Sci.* 167, 89–95. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2016.02.011>
- Montiel, F., Ahuja, C., 2005. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle : a review. *Anim. Reprod. Sci.* 85, 1–26. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2003.11.001>
- Moura, I.C.F., Kuss, F., Moletta, J.L., Menezes, L.F.G., Henrique, D.S., Lipinski, L.C., Martins, A. de S., 2014. Desempenho de vacas de corte Purunã submetidas a diferentes manejos de amamentação. *Pesqui. agropecaria Bras.* 49, 49–56. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2014000100007>
- NRC, 2000. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*, 7 th rev. ed. National Academy Press, Washington, D.C.
- Odde, K.G., Ward, H.S., Kiracofe, G.H., Mckee, R.M., Kittok, R.J., State, K., 1980. Short estrous cycles and associated serum progesterone levels in beef cows. *Theriogenology* 14, 105–112.
- Ospina, P.A., Nydam, D. V, Stokol, T., Overton, T.R., 2010. Evaluation of nonesterified fatty acids and  $\beta$ -hydroxybutyrate in transition dairy cattle in the northeastern United States : Critical thresholds for prediction of clinical diseases. *J. Dairy Sci.* 93, 546–554. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2277>

- Parfet, J.R., Marvin, C.A., Allrich, R.D., Diekman, M.A., Moss, G.E., 1986. Anterior pituitary concentrations of gonadotropins, GnRH- receptors and ovarian characteristics following early weaning in beef cows. *J. Anim. Sci.* 62, 717–722.
- Pérez-torres, L., Orihuela, A., Corro, M., Rubio, I., Alonso, M.A., Galina, C.S., 2016. Effects of separation time on behavioral and physiological characteristics of Brahman cows and their calves. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 179, 17–22. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.03.010>
- Ponter, A.A., Douar, C., Mialot, J.-P., Benoit-Valièrgue, H., Grimard, B., 2000. Effect of underfeeding post-partum Charolais beef cows on composition of plasma non-esterified fatty acids. *Anim. Sci.* 71, 243–252. <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/S1357729800055077>
- Prates, E.R., 2007. *Técnicas de Pesquisa em Nutrição Animal*. Porto Alegre: Ed. UFRGS, Porto Alegre.
- Quintans, G., Vázquez, A.I., Weigel, K.A., 2009. Effect of suckling restriction with nose plates and premature weaning on postpartum anestrous interval in primiparous cows under range conditions. *Anim. Reprod. Sci.* 116, 10–18. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.12.007>
- Ribeiro Filho, A. de L., Chalhoub, M., Ferraz, P.A., Rodrigues, A.S., Bittencourt, T.C.B. dos S.C., Loiola, M.V.G., Chalhoub, M., 2013. Diâmetro do folículo no momento da inseminação artificial em tempo fixo e taxa de concepção em vacas Nelore. *Cienc. anim. bras.* 14, 501–507. <https://doi.org/10.5216/cab.v14i4.19678>
- Saqib, M.N., Qureshi, M.S., Khan, R.U., 2018. Changes in postpartum metabolites and resumption of ovarian cyclicity in primiparous and multiparous dairy cows. *Appl. Biol. Chem.* 61, 107–111. <https://doi.org/10.1007/s13765-017-0331-7>
- Sartori, R., Guardieiro, M.M., 2010. Fatores nutricionais associados à reprodução da

- fêmea bovina. Rev. Bras. Zootec. 39, 422–432.
- Scully, S., Evans, A.C.O., Carter, F., Duffy, P., Lonergan, P., Crowe, M.A., 2014. Ultrasound monitoring of blood flow and echotexture of the corpus luteum and uterus during early pregnancy of beef heifers. *Theriogenology* 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.10.009>
- Sheldon, I.M., Lewis, G.S., LeBlanc, S., Gilbert, R.O., 2006. Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriogenology* 65, 1516–1530. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.08.021>
- Short, R.E., Bellows, R.A., Staigmiller, R.B., G., B.J., E, C.E., Berardinelli, J.G., Custer, E.E., 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *J. Anim. Sci.* 68, 799–816. <https://doi.org/10.2527/1990.683799x>
- Sinclair, K.D., Molle, G., Revilla, R., Roche, J.F., Quintans, G., Marongiu, L., Sanz, A., 2002. Ovulation of the first dominant follicle arising after day 21 post partum in suckling beef cows. *Anim. Sci.* 75, 115–126.
- Smith, L.E., Vincent, C.K., 1972. Effects of early weaning and exogenous hormone treatment on bovine postpartum reproduction. *J. Anim. Sci.* 35, 1228–1232. <https://doi.org/10.2527/jas1972.3561228x>
- Stefańska, B., Nowak, W., Pruszyńska-Oszmałek, Ewa, Mięka, R., Stanisławski, D., Kasprówicz-Potocka, M., Frankiewicz, A., Maćkowiak, P., 2016. The effect of body condition score on the biochemical blood indices and reproductive performance of dairy cows. *Ann. Anim. Sci.* 16, 129–143. <https://doi.org/10.1515/aoas-2015-0064>
- Story, C.E., Rasby, R.J., Clark, R.T., Milton, C.T., 2000. Age of Calf at Weaning of Spring-Calving Beef Cows and the Effect on Production Economics. *J. Anim.*

- Sci. 78, 1403–1413. <https://doi.org/10.2527/2000.7861403x>
- Teira, G., Perlo, F., Bonato, P., Tisocco, O., Monje, A., Geraci, J., Biolatto, A., Vittone, S., Galli, I., 2012. Impacto del destete hiperprecoz en vacas de refugio sobre el perfil de aminoácidos de la carne. *Ciencia, Docencia y Tecnol.* 2, 59–60.
- Ungerfeld, R., Hotzel, M.J., Scarsi, A., Quintans, G., 2011. Behavioral and physiological changes in early-weaned multiparous and primiparous beef cows. *animal* 5, 1270–1275. <https://doi.org/10.1017/S1751731111000334>
- Varughese, E.E., Brar, P.S., Ghuman, S.S., 2017. Vascularization to preovulatory follicle and corpus luteum- a valuable predictor of fertility in dairy cows. *Theriogenology*. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.07.042>
- Vaz, R.Z., Fernando, J., Lobato, P., 2010. Efeito da idade de desmame no desempenho reprodutivo de novilhas de corte expostas à reprodução aos 13 / 15 meses de idade. *Rev. Bras. Zootec.* 39, 142–150.
- Warner, J.M., Jenkins, K.H., Rasby, R.J., Luebke, M.K., Erickson, G.E., Klopfenstein, T.J., 2015. The effect of calf age at weaning on cow and calf performance and feed utilization by cow-calf pairs. *Prof. Anim. Sci.* 31, 455–461. <https://doi.org/10.15232/pas.2015-01393>
- Waterman, R.C., Geary, T.W.W., Paterson, J.A.A., Lipsey, R.J.J., 2012. Early weaning in Northern Great Plains beef cattle production systems: I . Performance and reproductive response in range beef cows. *Livest. Sci.* 148, 26–35. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.05.004>
- Wettemann, R.P., Lents, C.A., Ciccioli, N.H., White, F.J., Rubio, I., Department, 2003. Nutritional and suckling-mediated anovulation in beef cows. *J. Anim. Sci.* 81, 48–59.



Williams, G.L., 1990. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. *J. Anim. Sci.* 68, 831–852. <https://doi.org/10.2527/1990.683831x>

### **CAPÍTULO III**

## 5 CONCLUSÃO GERAL

O desmame definitivo dos terneiros em idades precoces, a partir dos 30 dias, aumenta o ganho de peso, o escore de condição corporal e o retorno antecipado a atividade cíclica em vacas de corte. Estes efeitos resultam numa maior taxa de prenhez em relação ao desmame tardio, estando a prenhez associada positivamente com o peso ao parto e níveis de progesterona aos 30 dias pós-parto. Além disso, ocorre uma maior concentração de prenhez no início do período de acasalamento, cujos reflexos ocorrerão na temporada reprodutiva subsequente. Por tanto, a desmama antecipada, é uma estratégia sugerida para os sistemas de cria, em situações limitadas de alimentação, como uma tecnologia para evitar reduções na eficiência reprodutiva.

Contudo, a realização do desmame definitivo a idades muito precoces exige atenção, em relação a qualidade nutricional do alimento fornecido aos terneiros (ração de alto valor protéico) e os cuidados sanitários, para que este procedimento não afete o seu desenvolvimento sem aumentar as taxas de mortalidade no sistema. Além disso, uma análise prévia dos aspectos econômicos que envolve essa prática também será necessária. Portanto, é necessário avaliar os efeitos sobre os anos consecutivos para verificar a sua eficácia na eficiência econômica do sistema de produção, avaliando o nível de estresse das vacas submetidas a estes tratamentos, bem como o desenvolvimento de suas progênes, especialmente aquelas com o desmame inferior aos 60 dias.

## 6 REFERÊNCIAS

- ADAMS, G. P. Comparative patterns of follicle development and selection in ruminants. **Journal of Reproduction and Fertility. Supplement**, Oxford, v. 54, p. 17–32, 1999.
- ADAMS, G. P. Application of the bovine model for the study of ovarian function in other species. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, Mayaguez, v. 15, n. 1, p. 7–18, 2007.
- ADAMS, G. P. *et al.* Progress in understanding ovarian follicular dynamics in cattle. **Theriogenology**, Los Altos, v. 69, n. 1, p. 72–80, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0093691X07005961>. Acesso em: 7 out. 2019.
- ALMEIDA, L. S. P.; LOBATO, J. F. P.; SCHENKEL, F. S. Data de desmame e desempenho reprodutivo de vacas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 3, p. 1223–1229, 2002.
- ASTESSIONO, A. L. *et al.* Metabolic, productive and reproductive responses to postpartum short-term supplementation in primiparous beef cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 42, n. 4, p. 246–253, 2013.
- BARCELLOS, J. O. J. *et al.* Taxas de prenhez em novilhas de corte acasaladas aos 18 e 24 meses de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 6, p. 1168–1173, 2006.
- BARUSELLI, P. S.; GIMENES, L. U.; SALES, J. N. S. Fisiologia reprodutiva de fêmeas taurinas e zebuínas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 31, n. 2, p. 205–211, 2007.
- BASTIDAS, P. *et al.* Effect of restricted suckling on pregnancy rates and calf performance in brahman cows. **Theriogenology**, Los Altos, v. 21, n. 2, p. 289–294, 1984.
- BERGFELT, D. R.; KASTELIC, J. P.; GINTHER, O. J. Continued periodic emergence of follicular waves in non-bred progesterone-treated heifers. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 24, p. 193–204, 1991.
- BÓ, G. A.; BARUSELLI, P. S.; MARTÍNEZ, M. F. Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 78, p. 307–326, 2003.
- BOSSIS, I. *et al.* Nutritionally induced anovulation in beef heifers: ovarian and endocrine function preceding cessation of ovulation. **Biology of Reproduction**, Champaign, v. 62, p. 1436–1444, 2000.
- CAMPOS, R. *et al.* Determinação de corpos cetônicos na urina como ferramenta para o diagnóstico rápido de cetose subclínica bovina e relação com a composição

do leite. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 10, n. 2, p. 49–54, 2005.

CANTO, J. I. *et al.* Follicular dynamic in charolais cows after preventing to be suckled by fitting nose-plates to the calves at 35 and 70 days postpartum. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 4, p. 653–658, 1998.

CASTRO, T. *et al.* Resumption of postpartum ovarian cyclicity after different suckling manipulation treatments in primiparous beef cows. **Animal Production Science**, Collingwood, v. 51, p. 111–114, 2011.

CAVALIERI, J. Absence of a corpus luteum and relatively lesser concentrations of progesterone during the period of pre-ovulatory follicle emergence results in lesser pregnancy rates in *Bos indicus* cattle. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 204, p. 39–49, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.03.003>. Acesso em: 17 maio 2020.

CLARIGET, J. M. *et al.* Supplementation with a mixture of whole rice bran and crude glycerin on metabolic responses and performance of primiparous beef cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 45, n. 1, p. 16–25, 2016.

CONTI, G. *et al.* Impacto de la técnica de destete hiperprecoz y precoz sobre el desempeño reproductivo de vientres con diferentes condiciones corporales. **Sitio Argentino de Producción Animal**, [s. l.], n. 1, p. 1–6, 2007.

CROWE, M. A.; DISKIN, M. G.; WILLIAMS, E. J. Parturition to resumption of ovarian cyclicity: Comparative aspects of beef and dairy cows. **Animal**, Cambridge, v. 8, p. 40–53, 2014. Suppl. 1.

CUNDIFF, L. V. *et al.* Heterosis for lifetime production in Hereford, Angus, shorthorn, and crossbred cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 8, p. 2397–2410, 1992.

DEMMENT, M. W.; VAN SOEST, P. J. A Nutritional explanation for body-size patterns of ruminant and nonruminant herbivores. **The American Naturalist**, Chicago, v. 125, n. 5, p. 641–672, 1985.

DÍAZ, R. *et al.* Resumption of ovarian function, the metabolic profile and body condition in Brahman cows (*Bos indicus*) is not affected by the combination of calf separation and progestogen treatment. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 185, p. 181–187, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2017.08.018>. Acesso em: 17 maio 2020.

DISKIN, M. G. *et al.* Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 78, p. 345–370, 2003.

DOWNIE, J.; GELMAN, A. The relationship between changes in bodyweight plasma glucose and fertility in beef cows. **Veterinary Record**, London, v. 99, n. 11, p. 210–212, 1976.

DRACKLEY, J. k. Use of NEFA as a tool to monitor energy balance in transition dairy cows. **Illinois Livestock Trail**, Illinois, p. 1–4, 2000. Disponível em: [livestocktrail.illinois.edu/dairynet/paperDisplay.cfm?ContentID=330](http://livestocktrail.illinois.edu/dairynet/paperDisplay.cfm?ContentID=330). Acesso em: 1º maio 2020.

DUARTE JÚNIOR, M. F. *et al.* Aspectos relacionados à fisiologia do anestro pós-parto em bovinos. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 9, n. 2, p. 43–71, 2013. Disponível em: <http://revistas.unoeste.br/revistas/ojs/index.php/ca/article/view/694/1091>. Acesso em: 5 jun. 2019.

EDMONSON, A. J. *et al.* A body condition scoring chart for holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 72, n. 1, p. 68–78, 1989. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79081-0](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79081-0). Acesso em: 1º maio 2020.

EMERICK, L. L. *et al.* Retorno da atividade ovariana luteal cíclica de vacas de corte no pós-parto : uma revisão. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 33, n. 4, p. 203–212, 2010.

ENRÍQUEZ, D. H. *et al.* The effects of alternative weaning methods on behaviour in beef calves. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 128, p. 20–27, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2009.10.007>. Acesso em: 28 dez. 2019.

FERREIRA, A. D. M. Efeito da amamentação na reprodução de vacas: uma revisão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 1, p. 27–39, 1992.

FERREIRA, A. D. M. *et al.* Restrição alimentar e atividade ovariana luteal cíclica pós-parto em vacas girolanda. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 12, p. 2521–2528, 2000.

FERST, J. G. *et al.* Intrafollicular injection of nonesterified fatty acids impaired dominant follicle growth in cattle Juliana. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 219, [art.] 106536, 2020.

GINTHER, O. J. Selection of the dominant follicle in cattle and horses. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 60/61, p. 61–79, 2000.

GONZÁLEZ, F. D. *et al.* Science Relationship among blood indicators of lipomobilization and hepatic function during early lactation in high-yielding dairy cows. **Journal of Veterinary Science**, Seoul, v. 12, n. 3, p. 251–255, 2011.

GONZÁLEZ, F. H. D. Ferramentas de diagnóstico e monitoramento das doenças metabólicas. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, p. 1–22, 2009.

GONZÁLEZ, F. H. D. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. *In*: GONZÁLEZ, F. (ed.). **Doze leituras em bioquímica clínica veterinária**. 6. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Veterinária, 2018. p. 89–98.

GREGORY, R. M. *et al.* Dinâmica folicular e uso de hormonioterapias na regulação

do ciclo estral na vaca. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, n. 6, p. 148–152, 2009.

HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. Ciclos reprodutivos. *In*: HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. (ed.). **Reprodução Animal**. 7. ed. São Paulo: Manole, 2004. p. 55–67.

HANZEN, C. Endocrine regulation of postpartum ovarian activity in cattle : a review. **Reproduction, Nutrition, Développement**, Paris, v. 26, n. 6, p. 1219–1239, 1986.

HENAO, G.; OLIVERA-ÁNGEL, M.; MALDONADO-ESTRADA, J. G. Follicular dynamics during postpartum anestrus and the first estrous cycle in suckled or non-suckled Brahman ( *Bos indicus* ) cows. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 63, p. 127–136, 2000.

KANITZ, W. Follicular dynamic and ovulation in cattle – a review. **Archiv Tierzucht**, Dummerstorf, v. 46, n. 2, p. 187–198, 2003.

KONIGSSON, K. *et al.* Energy balance, leptin, NEFA and IGF-I plasma concentrations and resumption of post partum ovarian activity in Swedish Red and White breed cows. **Acta Veterinaria Scandinavica**, Copenhagen, v. 50, n. 3, p. 1–7, 2008.

KULICK, L. J. *et al.* Follicle selection in cattle : follicle deviation and codominance within sequential waves. **Biology of Reproduction**, Champaign, v. 65, p. 839–846, 2001.

LOPES, K. S. M. *et al.* Efeito da desmama precoce na eficiência reprodutiva de vacas Guzará. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 4, p. 400–407, 2013.

LUCY, M. C. *et al.* Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 3615–3626, 1992.

LYNCH, E. M. *et al.* Characterisation of physiological and immunological responses in beef cows to abrupt weaning and subsequent housing. **BMC Veterinary Research**, London, v. 6, n. 37, p. 1–8, 2010.

MACMILLAN, K. *et al.* Relationships between early postpartum nutritional and metabolic profiles and subsequent reproductive performance of lactating dairy. **Theriogenology**, Los Altos, v. 151, p. 52–57, 2020.

MAPLETOFT, R. J. *et al.* Evolution of knowledge on ovarian physiology and its contribution to the widespread application of reproductive biotechnologies in South American cattle. **Animal Reproduction**, Belo Horizonte, v. 15, n. 1, p. 1003–1014, 2018.

MARQUES, T. C. *et al.* Progesterona no estabelecimento e manutenção da gestação em ruminantes. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 2175–2188, 2013.

MARTINS, F. S. *et al.* Fatores reguladores da foliculogênese em mamíferos. **Revista**

**Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 32, n. 1, p. 36–49, 2008.

MARTINS, P. G. M. A. *et al.* Evaluation of beef cow and calf separation systems to improve reproductive performance of first-calf cows. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 150, p. 74–79, 2012.

MOHEBBI-FANI, M. *et al.* A field study on glucose, non-esterified fatty acids, beta-hydroxybutyrate and thyroid hormones in dairy cows during the breeding period in Fars province, Iran. **Iranian Journal of Veterinary Research**, Tehran, v. 20, n. 1, p. 55–59, 2019.

MONDRAGÓN, V. *et al.* Effect of restricted suckling on the onset of follicular dynamics and body condition score in Brahman cattle raised under tropical conditions. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 167, p. 89–95, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2016.02.011>. Acesso em: 5 jun. 2020.

MONTIEL, F.; AHUJA, C. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle : a review. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 85, p. 1–26, 2005.

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

OLIVEIRA, M. E. F.; FERREIRA, R. M.; MINGOTI, G. Z. Controle do crescimento e da seleção folicular por fatores locais e sistêmicos na espécie bovina. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 35, n. 4, p. 418–432, 2012.

OSMAN, M. M. *et al.* Using of progesterone field test ( on farm ) as a tool for early detection of pregnancy in dairy farms. **Suez Canal Veterinary Medicine Journal**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 9–18, 2012.

OSPINA, P. A. *et al.* Evaluation of nonesterified fatty acids and  $\beta$ -hydroxybutyrate in transition dairy cattle in the northeastern United States : critical thresholds for prediction of clinical diseases. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, n. 2, p. 546–554, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2277>. Acesso em: 1º maio 2020.

OTERO, G. *et al.* Comportamiento reproductivo de vientres de cría destetados hiperprecozmente vs destete convencional. **Revista Argentina de Producción Animal**, Buenos Aires, v. 28, n. 1, p. 237–302, 2008.

PARFET, J. R. *et al.* Anterior pituitary concentrations of gonadotropins, GnRH-receptors and ovarian characteristics following early weaning in beef cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 62, p. 717–722, 1986.

PEIXOTO, L.; OSÓRIO, M. Perfil metabólico protéico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 3, p. 299–304, 2007.



- PELLEGRINI, C. B.; LOPES, L. F. D. Comportamento reprodutivo de vacas de corte manejadas em pastagem natural com duas cargas animais e duas idades à desmama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 11, p. 2606–2612, 2011.
- PREEDY, G. W. *et al.* Effects of early or conventional weaning on beef cow and Calf Performance in pasture and drylot environments. **Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports**, Manhattan, v. 4, n. 2, p. 1–7, 2018.
- PORDOMINGO, A. J. Early weaning and length of supplementation effects on beef calves. **Journal of Range Management**, Denver, v. 55, n. 4, p. 327–335, 2002.
- RESTLE, J. *et al.* Desempenho de vacas charolês e nelore desterneiradas aos três ou sete meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p. 499–507, 2001.
- RIBEIRO FILHO, A. L. *et al.* Diâmetro do folículo no momento da inseminação artificial em tempo fixo e taxa de concepção em vacas Nelore. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 14, n. 4, p. 501–507, 2013.
- RODRÍGUEZ, R. O. L.; SEGURA, C. V. M. Effect of once-daily suckling on postpartum reproduction in zebu-cross cows in the tropics. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 40, p. 1–5, 1995.
- RUSSEL, A.; WRIGHT, I. The use of blood metabolites in the determination of energy status in beef cows. **Animal Science**, Cambridge, v. 37, n. 3, p. 335–343, 1983.
- SAQIB, M. N.; QURESHI, M. S.; KHAN, R. U. Changes in postpartum metabolites and resumption of ovarian cyclicity in primiparous and multiparous dairy cows. **Applied Biological Chemistry**, New York, v. 61, n. 1, p. 107–111, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13765-017-0331-7>. Acesso em: 29 jun. 2019.
- SARTORI, R.; GUARDIEIRO, M. M. Fatores nutricionais associados à reprodução da fêmea bovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, p. 422–432, 2010.
- SARTORELLI, E. S. *et al.* Morphological characterization of follicle deviation in Nelore ( *Bos indicus* ) heifers and cows. **Theriogenology**, Los Altos, v. 63, p. 2382–2394, 2005.
- SHORT, R. E. *et al.* Effects of suckling and mastectomy on bovine postpartum reproduction. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 34, n. 1, p. 70–74, 1972.
- SHORT, R. E. *et al.* Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 3, p. 799–816, 1990.
- SHORT, R. E.; ADAMS, D. C. Nutritional and hormonal interrelationships in beef

cattle reproduction. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 68, p. 29–39, 1988.

SHOUP, L. M. *et al.* Prepartum supplement level and age at weaning : I . Effects on pre- and postpartum beef cow performance and calf performance through weaning. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 93, p. 4926–4935, Apr. 2015.

SILVEIRA, L. G. G. *et al.* Sistemas de cria em áreas tropicais: desmama precoce. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, Fortaleza, v. 10, n. 4, p. 858–869, 2016.

STORY, C. E. *et al.* Age of calf at weaning of spring-calving beef cows and the effect on production economics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 1403–1413, 2000.

TORTORELLA, R. D. *et al.* Characterizing emergence and divergence in the first follicular wave in a tropically adapted *Bos taurus* breed. **Theriogenology**, Los Altos, v. 88, p. 9–17, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.09.041>. Acesso em: 17 maio 2020.

VIANA, J. H. M. *et al.* Follicular dynamics in zebu cattle. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 12, p. 2501–2509, 2000.

VITTONI, J. S. *et al.* Destete precoce y desempeño reproductivo en vacas tratadas con progesterona intravaginal. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 60, n. 232, p. 1056–1076, 2011.

WARNER, J. M. *et al.* The effect of calf age at weaning on cow and calf performance and feed utilization by cow-calf pairs. **Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 31, n. 5, p. 455–461, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15232/pas.2015-01393>. Acesso em: 30 mar. 2020.

WETTEMANN, R. P. *et al.* Nutritional and suckling-mediated anovulation in beef cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 48–59, 2003.

WILLIAMS, G. L. *et al.* Gonadotropin-releasing hormone throughout the early postpartum period of beef cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 54, n. 3, p. 594–602, 1982.

WILLIAMS, G. L. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 3, p. 831–852, 1990.

WILLIAMS, G. L. Physiology and management of the postpartum suckled cow for controlled breeding programs. *In*: APPLIED REPRODUCTIVE STRATEGIES IN BEEF CATTLE, 2005, College Station. **Proceeding** [...]. College Station: Texas A&M University, 2005.

WILTBANK, M. C.; GÜMEN, A.; SARTORI, R. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. **Theriogenology**, Los Altos, v. 57, n. 1, p. 21–52, 2002.

WITTWER, F. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: GONZÁLEZ, F. (ed.). **Doze leituras em bioquímica clínica veterinária**. 6. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do sul. Faculdade de Veterinária, 2018. p. 58–73.

YAVAS, Y.; WALTON, S. J. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. **Theriogenology**, Los Altos, v. 54, n. 1, p. 25–54, 2000.

ZOLLERS, W. G. *et al.* Concentrations of progesterone and oxytocin receptors in endometrium of postpartum cows expected to have a short or normal oestrous cycle. **Journals of Reproduction and Fertility**, Colchester, v. 97, n. 2, p. 329–337, 1993.

## ANEXO A – NORMAS DA REVISTA ANIMAL REPRODUCTION SCIENCE

### Description

*Animal reproduction science* publishes original research and timely reviews on topics relating to **reproduction** and **fertility** in **animals**. This includes both fundamental research and applied studies, including management practices that increase our understanding of the **biology** and **manipulation** of reproduction. The focus is on animals that are useful to humans including food- and fibre-producing; companion/recreational; captive; and endangered species including zoo animals, but excluding laboratory animals unless the study reveals new information that impacts our basic understanding of the biology or manipulation of reproduction applicable to the animals listed above.

The journal's scope includes the study of reproductive physiology and endocrinology, reproductive cycles, natural and artificial control of reproduction, preservation and use of gametes and embryos, pregnancy and parturition, infertility and sterility, diagnostic and therapeutic techniques.

*Animal reproduction science* has decided not to publish papers that exclusively examine the *in vitro* development of oocytes and embryos; however, it will consider papers that include *in vitro* studies where the source of the oocytes and/or development of the embryos beyond the blastocyst stage is part of the experimental design.

Authors with any concerns are encouraged to contact the journal to enquire about the suitability of the content of their paper for submission. *Animal reproduction science* has no page charges and only publishes papers after rigorous peer review.

### Types of Paper

#### 1. Original Research Papers (Regular Papers)

*Original Research Papers* should report the results of research that comprises one or a series of experiments. The paper should contribute to increasing our understanding of the biology and/or manipulation of reproduction in animals. The material should not have been previously published elsewhere, except in a preliminary form.

## 2. Review Articles

*Review Articles* Review manuscripts should fit within the scope for the journal and be of current interest in the realm of animal reproduction in those species on which the journal focuses. Submission of Review Manuscripts to Animal Reproduction Science is encouraged. The manuscripts may be submitted without invitation or be invited reviews and should be submitted using the same process as that for Original Research manuscripts.

### **Submission checklist**

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for authors for more details.

### **Ensure that the following items are present:**

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print *graphical Abstracts / highlights files* (where applicable)
- Supplemental files* (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa

- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the internet)
- A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

*Animal Reproduction Science important formatting that all submitted manuscripts should adhere*

1. Only the first letter of the manuscript title should be capitalized unless there are specific words that should be capitalized (e.g., breed names, species)
2. The abbreviation "et al." in the text of the manuscript should be in regular font and never be italicized.
3. The letter "n" indicating number should always be lower case and italicized and the letter "P" indicating probability values needs to be upper case and italicized throughout the manuscript.
4. There should be indentation of the first line of all paragraphs except for the Abstract of the manuscript.
5. There should not be a line spacing between paragraphs.
6. Proper *Animal Reproduction Science* format has been used for all headings and subheadings throughout the manuscript.

## **Before you begin**

### *Ethics in publishing*

Please see our information pages on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication.

### *Studies in humans and animals*

If the work involves the use of human subjects, the author should ensure that the work described has been carried out in accordance with The Code of Ethics of the World Medical Association (Declaration of Helsinki) for experiments involving humans. The manuscript should be in line with the recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals

and aim for the inclusion of representative human populations (sex, age and ethnicity) as per those recommendations. The terms sex and gender should be used correctly.

Authors should include a statement in the manuscript that informed consent was obtained for experimentation with human subjects. The privacy rights of human subjects must always be observed.

All animal experiments should comply with the ARRIVE guidelines and should be carried out in accordance with the U.K. Animals (Scientific Procedures) Act, 1986 and associated guidelines, EU Directive 2010/63/EU for animal experiments, or the National Institutes of Health guide for the care and use of Laboratory animals (NIH Publications No. 8023, revised 1978) and the authors should clearly indicate in the manuscript that such guidelines have been followed. The sex of animals must be indicated, and where appropriate, the influence (or association) of sex on the results of the study.

Unnecessary cruelty in animal experimentation is not acceptable to the Editors of *Animal Reproduction Science*.

#### *Declaration of interest*

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential competing interests include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. Authors must disclose any interests in two places:

1. A summary declaration of interest statement in the title page file (if double-blind) or the Manuscript file (if single-blind). If there are no interests to declare then please state this: 'Declarations of interest: none'. This summary statement will be ultimately published if the article is accepted.
2. Detailed disclosures as part of a separate Declaration of Interest form, which forms part of the Journal's official records. It is important for potential interests to be declared in both places and that the information matches.

#### *Submission declaration and verification*

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract, a published lecture or

academic thesis, see 'Multiple, redundant or concurrent publication' for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright holder.

To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Crossref Similarity Check.

### *Preprints*

Please note that preprints can be shared anywhere at any time, in line with Elsevier's sharing policy.

Sharing your preprints e.g. On a preprint server will not count as prior publication (see 'Multiple, redundant or concurrent publication' for more information).

### *Use of inclusive language*

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Articles should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader, should contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of race, sex, culture or any other characteristic, and should use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, for instance by using 'he or she', 'his/her' instead of 'he' or 'his', and by making use of job titles that are free of stereotyping (e.g. 'Chairperson' instead of 'chairman' and 'flight attendant' instead of 'stewardess').

### *Authorship*

All authors should have made substantial contributions to all of the following: (1) the conception and design of the study, or acquisition of data, or analysis and interpretation of data, (2) drafting the article or revising it critically for important intellectual content, (3) final approval of the version to be submitted.

### *Changes to authorship*



Authors are expected to consider carefully the list and order of authors before submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only before the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the corresponding author: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors after the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

### *Copyright*

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see more information on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases.

For gold open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' (more information). Permitted third party reuse of gold open access articles is determined by the author's choice of user license.

### *Author rights*

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. More Information.

#### *Role of the funding source*

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Elsevier has established a number of agreements with funding bodies which allow authors to comply with their funder's open access policies. Some funding bodies will reimburse the author for the gold open access publication fee. Details of existing agreements are available online.

After acceptance, open access papers will be published under a noncommercial license. For authors requiring a commercial CC BY license, you can apply after your manuscript is accepted for publication.

#### *Open access*

This journal offers authors a choice in publishing their research:

##### **Subscription**

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our universal access programs.
- No open access publication fee payable by authors.
- The Author is entitled to post the accepted manuscript in their institution's repository and make this public after an embargo period (known as green Open Access). The published journal article cannot be shared publicly, for example on researchgate or Academia.edu, to ensure the sustainability of peerreviewed research in journal publications. The embargo period for this journal can be found below.

#### *Gold open access*

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse.

- A gold open access publication fee is payable by authors or on their behalf, e.g. By their research funder or institution.

Regardless of how you choose to publish your article, the journal will apply the same peer review criteria and acceptance standards.

For gold open access articles, permitted third party (re)use is defined by the following Creative commons user licenses:

*Creative Commons Attribution-noncommercial-noderivs (CC BY-NC-ND)* for non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

The gold open access publication fee for this journal is **USD 2500**, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy: <https://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

### *Green open access*

Authors can share their research in a variety of different ways and Elsevier has a number of green open access options available. We recommend authors see our open access page for further information.

Authors can also self-archive their manuscripts immediately and enable public access from their institution's repository after an embargo period. This is the version that has been accepted for publication and which typically includes author-incorporated changes suggested during submission, peer review and in editor-author communications. Embargo period: For subscription articles, an appropriate amount of time is needed for journals to deliver value to subscribing customers before an article becomes freely available to the public. This is the embargo period and it begins from the date the article is formally published online in its final and fully citable form. Find out more.

This journal has an embargo period of 12 months.

### *Elsevier Researcher Academy*

Researcher Academy is a free e-learning platform designed to support early and mid-career researchers throughout their research journey. The "Learn" environment at Researcher Academy offers several interactive modules, webinars, downloadable guides and resources to guide you through the process of writing for

research and going through peer review. Feel free to use these free resources to improve your submission and navigate the publication process with ease.

### *Language (usage and editing services)*

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English Language Editing service available from Elsevier's webshop.

### *Submission*

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, latex) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

### *Referees*

Please submit the names and institutional e-mail addresses of several potential referees. For more details, visit our Support site. Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

## **Preparation**

### *Peer review*

This journal operates a single blind review process. All contributions will be initially assessed by the editor for suitability for the journal. Papers deemed suitable are then typically sent to a minimum of two independent expert reviewers to assess the scientific quality of the paper. The Editor is responsible for the final decision regarding acceptance or rejection of articles. The Editor's decision is final. More Information on types of peer review.

### *Article structure*

Manuscripts should have numbered lines with wide margins and double spacing throughout, i.e. also for abstracts, footnotes and references. Every page of the manuscript, including the title page, references, tables, etc., should be numbered. However, in the text no reference should be made to page numbers; if necessary, one may refer to sections. Avoid excessive usage of italics to emphasize part of the text.

### *Introduction*

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results. The introduction "sets the scene" for your work. Do not over-reference statements; two or three key references should suffice unless each adds something specific. The introduction should not normally be more than 500 words (approximately two manuscript pages).

### *Material and methods*

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

The description of analytical methods (e.g. Hormone analysis, immunohistochemistry) must include information on quality assessment and method validation for the respective laboratory where sample analysis has been performed.

### *Results*

Results should be clear and concise.

### *Discussion*

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

### *Conclusions*

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

### **Essential title page information**

- *Title*

Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.

- *Author names and affiliations*

Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lowercase superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.

- ***Corresponding author***

Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about

### *Methodology and Materials*

Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.

- ***Present/permanent address***

If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author

actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

### *Highlights*

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). You can view example Highlights on our information site.

### *Abstract*

A concise and factual abstract is required of not more than 250 words. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

### *Graphical abstract*

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office Files. You can view Example Graphical Abstracts on our information site. Authors can make use of Elsevier's Illustration Services to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements.

### *Keywords*

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

*Please note:*

The first letter of each of the Keywords should be capitalized and with semicolons between each word.

*Acknowledgements*

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

*Formatting of funding sources*

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; The Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa]. It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence: this research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Authors and editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the *International Code of Botanical Nomenclature*, the *International Code of Nomenclature of Bacteria*, and the *International Code of Zoological Nomenclature*.



All biotica (crops, plants, insects, birds, mammals, etc.) Should be identified by their scientific names when the English term is first used, with the exception of common domestic animals.

All biocides and other organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in the text. Active ingredients of all formulations should be likewise identified.

### *Nomenclature and units*

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other quantities are mentioned, give their equivalent in SI. You are urged to consult IUB: Biochemical Nomenclature and Related Documents for further information.

### *Math formulae*

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

### *Footnotes*

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors can build footnotes into the text, and this feature may be used. Otherwise, please indicate the position of footnotes in the text and list the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

### *General points*

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.

- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available.

### *Formats*

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, powerpoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below): EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts. TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi. TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi. TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

### *Please do not:*

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

### *Color artwork*

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., sciencedirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.

Please indicate your preference for color: in print or online only. Further information on the preparation of electronic artwork.

### *Tables*

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

### *Web references*

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

### *Data references*

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

### *Reference management software*

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support Citation Style Language Styles, such as Mendeley. Using citation plugins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this

journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following Link: <http://open.mendeley.com/use-citation-style/animal-reproduction-science> when preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plugins for Microsoft Word or libreoffice.

### *Reference style*

*Text:* All citations in the text should refer to:

1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
3. *Three or more authors:* first author's name followed by 'et al.' and the year of publication.

Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references can be listed either first alphabetically, then chronologically, or vice versa.

Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999).... Or, as demonstrated (Jones, 1999; Allan, 2000)... Kramer et al. (2010) have recently shown ...'

*List:* References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

### *Examples:*

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2018. The art of writing a scientific article. *Heliyon.* 19, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Reference to a website:

Cancer Research UK, 1975. Cancer statistics reports for the UK. <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> (accessed 13 March 2003).

Reference to a dataset:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T., 2015. Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions. Mendeley Data, v1. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

### *Video*

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. . In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the file in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB per file, 1 GB in total. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including sciencedirect.

Please supply 'Stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please

visit our video instruction pages. Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

### *Data visualization*

Include interactive data visualizations in your publication and let your readers interact and engage more closely with your research. Follow the instructions here to find out about available data visualization options and how to include them with your article.

### *Supplementary material*

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or powerpoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file.

Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

### *Research data*

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing,

sharing and using research data and other relevant research materials, visit the research data page.

### *Data linking*

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on sciencedirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the database linking page.

For supported data repositories a repository banner will automatically appear next to your published article on sciencedirect. In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

### *Mendeley Data*

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. During the submission process, after uploading your manuscript, you will have the opportunity to upload your relevant datasets directly to *Mendeley Data*. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online.

For more information, visit the Mendeley Data for journals page.

### *Data statement*

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the

research data is confidential. The statement will appear with your published article on sciencedirect. For more information, visit the Data Statement page.

## **After acceptance**

### *Online proof correction*

Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors. If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

### *Offprints*

The corresponding author will, at no cost, receive a customized Share Link providing 50 days free access to the final published version of the article on sciencedirect. The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's Webshop. Corresponding authors who have published their article gold open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on sciencedirect and can be shared through the article DOI link.



## VITA

Antónia Mendes Paizano Alforma, filha de Mendes Paizano alforma e de Injarda Angelina Pompílio Cristiano, nacionalidade moçamicana, natural da cidade de Quelimane, província da Zambéza, nascida aos 31 de janeiro de 1991. De 1997 a 2001 frequentou o ensino primário do primeiro grau, na Escola primária do Samugué. De 2002 a 2004 frequentou o segundo grau do ensino primário na Escola Primária do Segundo grau-Samugué-Quelimane.

De 2005 a 2007 frequentou o ensino médio na Escola Secundária Geral Patrice Lumumba- Quelimane. De 2008 a 2009, frequentou o ensino pré-universitário, na Escola Secundária e Pré-Universitária 25 de Setembro- Quelimane.

No ano 2010 ingressou na Universidade Zambeze, Faculdade de Ciências Agrárias no curso de Engenharia Agro-pecuária, na especialidade em Produção Animal, com término em 2014, com a monografia intitulada Caracterização morfológica, produtiva e reprodutiva do suíno *Landim* no distrito de Angónia.

De 2012 a 2014 trabalhou como fiel de armazém na Fábrica de Processamento de Milho de Ulónguè, no setor de ração animal.

De 2015 a 2018 trabalhou como docente a tempo parcial na Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Zambeze.

De 2017 até ao momento trabalha no Instituto de Investigação Agrária de Moçambique, no Centro Regional da Região Centro, na Estação Zootécnica de Angónia, no setor de gado de corte.

Segundo semestre de 2018, ingressou no Mestado em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob financiamento da bolsa de estudo da Borlaug Hight Education Agricultural Research and Development (BHEARD)- Michigan States University.