

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE DOUTORADO**

VITAMINA A INJETÁVEL EM VACAS DE CORTE

Fernando Henrique Garcia Furtado

CAMPO GRANDE, MS
2022

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

VITAMINA A INJETÁVEL EM VACAS DE CORTE
Injectable vitamin A in beef cows

Fernando Henrique Garcia Furtado

Orientador: Prof. Dr. Gumercindo Lorianô Franco

Tese apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE, MS
2022



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



Certificado de aprovação

FERNANDO HENRIQUE GARCIA FURTADO

Vitamina A injetável em vacas de corte

Injectable vitamin A in beef cows

Tese apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal.

Aprovado em: 31-08-2022

BANCA EXAMINADORA:

Dr. Gumerindo Loriani Franco
(UFMS) – (Presidente)

Dr. Cássio José da Silva
(UnB)

Dr. Fabio Jose Carvalho Faria
(UFMS)

Dra. Marcella Cândia D'Oliveira
(UFMS)

Dr. Ricardo Gardia de Almeida
(UFMS)



Documento assinado eletronicamente por **Marcella Cândia D' Oliveira**, **Usuário Externo**, em 27/09/2022, às 23:19, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fabio Jose Carvalho Faria, Professor do Magisterio Superior**, em 28/09/2022, às 11:06, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gumercindo Lorian Franco, Professor do Magisterio Superior**, em 15/12/2022, às 14:09, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Garcia de Almeida, Usuário Externo**, em 17/03/2023, às 15:07, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cássio José da Silva, Usuário Externo**, em 04/04/2023, às 12:42, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3579981** e o código CRC **D9AEC640**.

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade Universitária

Fone:

CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

Dedicatória

Dedico aos meus pais, Alípio de Souza Furtado e Romilda Garcia de Souza, e à minha esposa Tamara da Cruz Loubet Furtado. Aos meus pais por todo apoio e estrutura desde sempre, e à minha esposa por fazer de tudo para que eu pudesse ter meu tempo livre para execução desse projeto.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus e à Nossa Senhora Aparecida, por iluminarem meu caminho e colocarem em minha vida pessoas maravilhosas, as quais quero aqui agradecer;

Ao Dr. Deiler Sampaio Costa, grande amigo, e principal motivador para que eu tivesse ingressado nesse curso de pós-graduação. Sem ele, provavelmente nem o título de mestre eu ousaria ter, imagina de doutor. Muito obrigado pelos ensinamentos e companheirismo;

Ao Prof. Dr Gumerindo Loriano Franco, por ter acreditado em mim quando as coisas pareciam ir para um caminho de fracasso, por ter me dado a oportunidade de participar desse projeto, e por resgatar em mim a vontade que nem eu mesmo sabia que ainda tinha;

Ao Prof. Dr Fábio José Carvalho Faria, por ter me acompanhado na maior parte desse caminho, me orientado da melhor maneira possível.

Por último quero agradecer à instituição Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, em especial ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal por toda estrutura física e de docentes fornecidas.

Resumo

FURTADO, F.H.G. Suplementação injetável de vitamina A no início da inseminação artificial em tempo fixo em vacas de corte. Tese- Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2022.

Objetivos: **Capítulo 1)** realizar uma revisão de literatura sobre os efeitos da suplementação de vitamina A e β -caroteno sobre o desempenho reprodutivo de vacas; **Capítulo 2)** avaliar os efeitos da suplementação com vitamina A sobre a concentração plasmática de progesterona, tamanho de folículo dominante, diâmetro e volume e corpo lúteo e taxa de prenhez em vacas de corte da raça Nelore, mantidas em pastagens.

Material e métodos: O experimento foi dividido em 2 etapas: **Etapa 1)** foram utilizadas 18 vacas multíparas da raça Nelore com escore de condição corporal entre 4 e 6 e folículo dominante maior que 7,0 mm no início do experimento. As vacas tiveram o estro sincronizado com um protocolo de 11 dias, com 3 passagens. **Etapa 2)** foram utilizadas 365 vacas da raça Nelore com escore corporal entre 2 e 6. Os animais eram pertencentes a 3 diferentes fazendas. As vacas tiveram o estro sincronizado com um protocolo de 11 dias, com 4 passagens. Os animais das duas etapas foram divididos em 2 grupos: Cont. (10 mL por animal de solução salina aplicado via intramuscular); VitA (10 ml de suplemento injetável de vitamina A - Hipovita A[®], IBASA, Brasil - por animal aplicado via intramuscular)

Resultados: **Capítulo 1)** A suplementação com Vitamina A e/ou β -caroteno em vacas com deficiência desses nutrientes aumentou tamanho de corpo lúteo e concentração de progesterona, resultando em maior taxa de prenhez; **Capítulo 2) Etapa 1:** O tratamento com Vitamina A não apresentou influência no tamanho do folículo dominante ($p= 0,16$), no volume de corpo lúteo ($p= 0,90$), na concentração plasmática de progesterona ($p= 0,44$), nem na taxa de prenhez ($p= 0,13$). O diâmetro de CL no grupo Vit A apresentou medidas menores do que o grupo Cont (VitA= 16,2 mm \pm 1,10; Cont.= 18,7 mm \pm 1,10; $p= 0,03$) 21 dias após a inseminação. O grupo Vit A apresentou uma tendência a aumentar a temperatura retal 21 dias após a inseminação (VitA= 39,9°C \pm 0,19; Cont.= 39,4 \pm 0,19; $p= 0,10$). **Etapa 2:** Não houve diferença significativa na taxa de prenhez geral entre os grupos, porém, quando os animais foram analisados de acordo com seu escore corporal, foi observada uma tendência de redução na taxa de prenhez dos animais com escore corporal entre 5 e 6 do grupo Vit A (VitA= 35,90% \pm 7,02; Cont.= 51,90% \pm 7,02; $p= 0,10$).

Conclusão: **Capítulo 1)** A suplementação com Vitamina A e/ou β -caroteno melhora os parâmetros reprodutivos de vacas, especialmente em casos de deficiência desses nutrientes ($< 300 \mu\text{g/dl}$ de β -caroteno e $<$ de $25 \mu\text{g/dl}$ de vitamina A). **Capítulo 2)** A suplementação injetável

de vitamina A reduziu o diâmetro do corpo lúteo e aumentou a temperatura retal de vacas Nelore, 21 dias após a inseminação. A taxa de prenhez das vacas com escore entre 5 e 6 que receberam a suplementação de vitamina A apresentou tendência de redução.

Palavras-chave: Antioxidante; carotenoides; fertilidade; estresse oxidativo; reprodução

Abstract

FURTADO, F, H, G. Injectable supplementation of vitamin A at the beginning of fixed-time artificial insemination in beef cows. 2022. 48f. Tese - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2022.

Objectives: Chapter 1) to carry out a literature review on the effects of vitamin A and β -carotene supplementation on the reproductive performance of cows. Chapter 2) to evaluate the effects of vitamin A supplementation on plasma progesterone concentration, dominant follicle size, diameter and volume, corpus luteum and pregnancy rate in Nelore beef cows on pastures.

Material and methods: The experiment was divided into 2 stages: Stage 1) 18 multiparous Nelore cows with body condition score between 4 and 6 and dominant follicle greater than 7.0 mm were used at the beginning of the experiment. Cows had estrus synchronized with an 11-day protocol, with 3 passages. Step 2) 365 Nelore cows with body scores between 2 and 6 were used. The animals belonged to 3 different farms. Cows had estrus synchronized with an 11-day protocol, with 4 passages. The animals of the two stages were divided into 2 groups: Cont. (10 mL per animal of saline solution applied intramuscularly); VitA (10 mL of injectable vitamin A supplement - Hipovita A®, IBASA, Brazil - per animal administered intramuscularly).

Results: Chapter 1) Vitamin A and/or β -carotene supplementation in cows deficient in these nutrients increased corpus luteum size and progesterone concentration, resulting in a higher pregnancy rate; Chapter 2) Step 1: Treatment with Vitamin A did not influence the size of the dominant follicle ($p=0.16$), the corpus luteum volume ($p=0.90$), the plasma concentration of progesterone ($p=0.44$), nor in the pregnancy rate ($p=0.13$). The CL diameter in the Vit A group showed smaller measurements than the Cont group (VitA= $16.2 \text{ mm} \pm 1.10$; Cont.= $18.7 \text{ mm} \pm 1.10$; $p=0.03$) 21 days after the insemination. The Vit A group showed a tendency to increase rectal temperature 21 days after insemination (VitA= $39.9^\circ\text{C} \pm 0.19$; Cont.= 39.4 ± 0.19 ; $p=0.10$). Stage 2: There was no significant difference in the general pregnancy rate between the groups, however, when the animals were analyzed according to their body score, a tendency towards a reduction in the pregnancy rate of animals with body scores between 5 and 6 was observed. Vit A group (VitA= $35.90\% \pm 7.02$; Cont.= $51.90\% \pm 7.02$; $p=0.10$). **Conclusion:** Chapter 1) Supplementation with Vitamin A and/or β -carotene improves the reproductive parameters of cows, especially in cases of deficiency of these nutrients ($< 300 \mu\text{g/dl}$ of β -carotene and $< 25 \mu\text{g/dl}$ of vitamin A); Chapter 2) Injectable vitamin A supplementation reduced the diameter of the corpus luteum and increased the rectal temperature of Nelore cows 21 days after insemination. The pregnancy rate of cows with a score between 5 and 6 that received vitamin A supplementation showed a tendency to decrease.

Keywords: Antioxidant; carotenoids; fertility; oxidative stress; reproduction

Lista de tabelas

Tabela 1 – Médias para peso corporal e temperatura retal de vacas Nelores suplementadas com uma única injeção intramuscular (10 ml/vaca) de solução salina ou vitamina A injetável (Vit A) 11 dias antes da IA (d -11; Exp. 1)	47
Tabela 2 – Médias para tamanho de folículo dominante, diâmetro de corpo lúteo, volume de corpo lúteo, concentrações plasmáticas de progesterona e taxa de prenhez de vacas Nelores suplementadas com uma única injeção intramuscular (10 ml/vaca) de solução salina ou vitamina A injetável (Vit A) 11 dias antes da IA (d -11; Exp. 1).	48
Tabela 3 - Composição química da forrageira da Fazenda Escola (FAMEZ – UFMS) (etapa 1)	49
Tabela 4 - Taxa de prenhez em vacas Nelores suplementadas com uma única injeção intramuscular (10 ml/vaca) de solução salina ou vitamina A injetável 11 d antes da IA (d -11; etapa 2)	49

SUMÁRIO	
INTRODUÇÃO.....	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14
CAPÍTULO 1 - SUPLEMENTAÇÃO DE VACAS DE CORTE COM VITAMINA A NO INÍCIO DA INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO: REVISÃO	15
RESUMO	17
ABSTRACT	18
INTRODUÇÃO.....	19
FONTES DE CAROTENOIDES E VITAMINA A NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS	20
METABOLISMO DA VITAMINA A E CAROTENOIDES.....	23
EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE B-CAROTENO E/OU VITAMINA A SOBRE O DESEMPENHO REPRODUTIVO DE VACAS	25
CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
CAPÍTULO 2 – EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO INJETÁVEL DE VITAMINA A NO INÍCIO DA INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO SOBRE O DESEMPENHO REPRODUTIVO EM VACAS DE CORTE.....	33
RESUMO	35
INTRODUÇÃO.....	36
MATERIAIS E MÉTODOS.....	37
Etapa 1 – Metabolismo	37
Animais e tratamento.....	37
Colheita das amostras e procedimentos analíticos	38
Etapa 2 – Desempenho reprodutivo.....	39
Animais e tratamento.....	39
Colheita das amostras e procedimentos analíticos	40
Análises estatísticas	40
RESULTADOS	41
Etapa - 1 Peso corporal, temperatura retal, tamanho de folículo dominante, diâmetro e volume de CL, concentração plasmática de progesterona e taxa de prenhez.....	41
Etapa 2 - Taxa de prenhez.	42
DISCUSSÃO.....	42
CONCLUSÃO.....	44

CONFLITO DE INTERESSE	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 **INTRODUÇÃO**

2 A vitamina A é uma molécula lipossolúvel essencial na nutrição de bovinos.
3 Diversas funções são dependentes dessa vitamina, desde a manutenção da integridade da
4 pele e mucosas, síntese de hormônios e imunidade. Sua carência pode acarretar em
5 redução do apetite, atraso no crescimento, problemas ósseos e visuais, maior sensibilidade
6 a infecções e problemas reprodutivos, incluindo sinais fracos de cio, atraso na ovulação,
7 baixa taxa de concepção e abortos (NRC, 2016).

8 A vitamina A pode ser encontrada apenas nos tecidos dos animais, não estando
9 presentes nos vegetais. Dessa forma, para que os herbívoros tenham suas necessidades
10 atendidas, necessitam ingerir carotenoides, que são moléculas precursoras de vitamina A,
11 e são encontrados nos tecidos vegetais. Esses carotenoides podem ou não ser convertidos
12 à vitamina A no intestino delgado, sendo transportados via sistema linfático e
13 armazenados no fígado. As forragens em crescimento vegetativo ativo são normalmente
14 ricas em caroteno, porém a concentração dessa provitamina A tende a diminuir com a
15 senescência da planta (Parker et al., 2017).

16 Vacas com retenção de placenta apresentaram menores concentrações plasmáticas
17 de β -caroteno em comparação a vacas saudáveis (Akar e Gazioglu, 2006). A
18 suplementação com vitamina A isoladamente ou associada ao β -caroteno em vacas com
19 problemas crônicos de fertilidade aumentou o tamanho de corpo lúteo e concentração de
20 progesterona, resultando em maior taxa de prenhez (Trojačanec et al., 2012). Já a
21 suplementação de vacas que não apresentavam deficiência de β -caroteno, não resultou
22 em efeito positivo sobre os parâmetros reprodutivos (Folman et al., 1983).

23 Atualmente, a maioria dos estudos avaliando a suplementação com vitamina A foi
24 realizado em rebanhos leiteiros. Desse modo, tornam-se necessários estudos avaliando
25 essa suplementação em momentos específicos do ciclo de produção e reprodução de
26 bovinos de corte. Sendo assim, os objetivos do presente trabalho foram: Cap. 1) realizar
27 uma revisão de literatura sobre os efeitos da suplementação de vitamina A e β -caroteno
28 sobre o desempenho reprodutivo de vacas; Cap. 2) avaliar os efeitos da suplementação
29 com vitamina A sobre a concentração plasmática de progesterona, tamanho de folículo
30 dominante, diâmetro e volume e corpo lúteo e taxa de prenhez em vacas de corte da raça
31 Nelore, mantidas em pastagens.

32 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

33 AKAR, Y.; GAZIOGLU, A. Relationship between vitamin A and β -carotene levels
34 during the postpartum period and fertility parameters in cows with and without
35 retained placenta. **Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy**, v. 50, p. 93-96,
36 2006.

37 FOLMAN, Y., ROSENBERG, M., ASCARELLI, I., KAIM, M., HERZ, Z. The effect of
38 dietary and climatic factors on fertility, and on plasma progesterone and oestradiol-
39 17 beta levels in dairy cows. **Journal of Steroid Biochemistry**. v.19, p. 863-868,
40 1983.

41 NRC – **Nutrient Requirements of Beef Cattle** - Eighth revised edition. National
42 Academy Press, Washington DC, 2016.

43 PARKER, E. M.; GARDINER, C. P.; KESSELL, A. E.; PARKER, A. J. Hypovitaminosis
44 A in extensively grazed beef cattle. **Australian Veterinary Journal**, v. 95, n. 3, p.
45 80-84, 2017.

46 TROJAČANEC, S.; BOBOŠ, S.; PAJIĆ, M. Influence of β -carotene and vitamin A
47 supplementation on the ovarian activity of dairy cows with chronic fertility
48 impairment. **Veterinarski Arhiv**, v. 82, p. 567-575, 2012.

49

**CAPÍTULO 1 - SUPLEMENTAÇÃO DE VACAS DE CORTE COM
VITAMINA A NO INÍCIO DA INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO**

50

51

FIXO: REVISÃO

52 **SUPLEMENTAÇÃO DE VACAS DE CORTE COM VITAMINA A NO INÍCIO**
53 **DA INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO: REVISÃO**

54 FURTADO, Fernando Henrique Garcia ^a, FRANCO, Gumercindo Lorian ^{a,*}

55 ^a Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato

56 Grosso do Sul

57 *Autor correspondente: Endereço de e-mail gumercindo.franco@ufms.br

58 **SUPLEMENTAÇÃO DE VACAS DE CORTE COM VITAMINA A NO INÍCIO**
59 **DA INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO: REVISÃO**

60 ***RESUMO***

61 O estresse oxidativo causa impacto negativo sobre a eficiência reprodutiva de
62 diferentes espécies animais, dentre elas a bovina. A vitamina A é uma importante
63 molécula antioxidante, e parece ter uma especial função nos processos oxidativos
64 relacionados às funções reprodutivas, como a luteinização. Em decorrência do processo
65 fermentativo ruminal, a suplementação de vitaminas, por meio de rações, pode levar a
66 degradação deste composto em até 80% do total ingerido. Logo, para reduzir esta perda,
67 a via parenteral pode ser adotada. A suplementação com vitamina A, associada ou não ao
68 β -caroteno, tem proporcionado melhorias nos índices reprodutivos de vacas,
69 principalmente em animais com deficiência nutritiva ou em momentos do ciclo
70 reprodutivo em que a exigências desse nutriente está aumentada. Os principais resultados
71 positivos encontrados foram aumento da concentração sanguínea de vitamina A, aumento
72 da taxa de prenhez, aumento da concentração de progesterona na fase de corpo lúteo e
73 aumento de estrógeno. Porém, em alguns casos, a suplementação com vitamina A não
74 resultou em aumento da taxa de prenhez nem nas concentrações sanguíneas de hormônios
75 ovarianos, como progesterona e estradiol.

76 Palavras chaves: antioxidante; carotenoides; fertilidade; estresse oxidativo; reprodução

77 ***ABSTRACT***

78 Oxidative stress causes a negative impact on the reproductive efficiency of different
79 animal species, including bovine. Vitamin A is an important antioxidant molecule, and
80 seems to have a special role in oxidative processes related to reproductive functions, such
81 as luteinization. As a result of the ruminal fermentation process, vitamin supplementation,
82 through rations, can lead to the degradation of this compound in up to 80% of the total
83 ingested. Therefore, to reduce this loss, the parenteral route can be adopted. Vitamin A
84 supplementation, associated or not with β -carotene, has provided improvements in the
85 reproductive indices of cows, especially in animals with nutritional deficiency or at times
86 of the reproductive cycle when the requirements of this nutrient are increased. The main
87 positive results found were an increase in the blood concentration of vitamin A, an
88 increase in the pregnancy rate, an increase in the concentration of progesterone in the
89 corpus luteum phase and an increase in estrogen. However, in some cases, vitamin A
90 supplementation did not result in an increase in the pregnancy rate or in the blood
91 concentrations of ovarian hormones such as progesterone and estradiol.

92 **Keywords:** antioxidant; carotenoids; fertility; oxidative stress; reproduction

93 **INTRODUÇÃO**

94 A nutrição do animal é fator determinante sobre sua saúde e níveis de
95 produtividade, influenciando no crescimento, reprodução e função imune. Deficiências
96 de macronutrientes, como a energia, proteína e macrominerais, decorrentes de mudanças
97 na condição corporal, estão associadas a problemas reprodutivos e redução de
98 desempenho (Waldner e Uehlinger, 2017). Todavia, esse desempenho animal pode ser
99 comprometido mesmo em situações em que não é observado deficiência de
100 macronutrientes, surgindo questões a respeito de outros fatores nutricionais, como as
101 deficiências de micronutrientes (Elghafghuf et al., 2014).

102 As vitaminas e os microminerais são micronutrientes associados com a
103 manutenção da saúde e função imune do animal. Deficiências agudas desses nutrientes
104 podem levar a sintomas clínicos clássicos, como crescimento retardado e aparência
105 debilitada. Porém, as deficiências subclínicas são as que mais acontecem, sendo sua
106 detecção mais difícil, o que pode acarretar em perdas econômicas (Kegley et al., 2016).

107 A vitamina A é um micronutriente essencial ao animal, pois atua em diversas
108 funções, como: manutenção da integridade da pele e mucosas, síntese de hormônios e
109 imunidade. Sua carência pode acarretar em redução do apetite, atraso no crescimento,
110 problemas ósseos e visuais, maior sensibilidade a infecções e problemas reprodutivos,
111 incluindo sinais fracos de cio, atraso na ovulação, baixa taxa de concepção e abortos
112 (NRC, 2016).

113 A vitamina A não ocorre em tecidos vegetais. Os ruminantes obtêm esse nutriente
114 a partir dos carotenoides, os quais serão convertidos em vitamina A no organismo animal.
115 Cerca de 90% da vitamina A corporal, convertida a partir dos carotenoides, encontra-se
116 armazenada no fígado. As concentrações sanguíneas são controladas com base nesse
117 estoque, que pode servir como proteção contra hipovitaminoses por períodos de 2 a 4
118 meses. Uma vez depletados esses estoques, as concentrações sanguíneas podem reduzir
119 rapidamente, levando a ocorrência de sinais clínicos de deficiência (NRC, 2016).

120 Forragens em crescimento vegetativo são normalmente ricas em caroteno, sendo
121 suas concentrações reduzidas com a senescência dos tecidos vegetais. Desse modo, em
122 condições normais de pastejo, a maioria dos ruminantes adultos apresentará reservas
123 adequadas de vitamina A no fígado, que podem ser utilizados durante o período seco,
124 quando a disponibilidade nas forragens é reduzida. Todavia, em animais jovens, em

125 crescimento, gestantes ou lactantes, quando as exigências se encontram aumentadas, ou
126 quando os níveis de consumo de carotenoides ou reservas corporais de vitamina A são
127 reduzidos, a probabilidade de ocorrência de hipovitaminoses é maior (Parker et al., 2017).

128 O β -caroteno é o principal precursor de vitamina A ingerido pelos ruminantes. Ele
129 pode ser absorvido intacto e ser temporariamente armazenado no fígado, apresentando
130 um papel importante no organismo animal sem ser convertido em vitamina A. Foram
131 observadas correlações positivas entre a suplementação com β -caroteno e a parâmetros
132 reprodutivos (De Gouvêa et al., 2018), onde baixas concentrações plasmáticas de β -
133 caroteno foram associadas a problemas no ciclo estral e infertilidade (Ay et al., 2012a).

134 A suplementação com vitamina A é comumente realizada em bovinos de corte
135 para assegurar uma boa saúde e adequado desempenho produtivo. Porém, uma fração
136 considerável da vitamina suplementada é destruída pelos microrganismos ruminais,
137 podendo variar de 20% em dietas a base de forragem até 80% em dietas ricas em
138 concentrado. Assim, uma alternativa seria a suplementação com vitamina A protegida,
139 para minimizar a sua destruição pelos microrganismos ruminais e aumentar a quantidade
140 que chega ao duodeno (Alosilla Jr. et al., 2007).

141 A suplementação injetável de vitamina A é uma outra alternativa para contornar
142 problemas de absorção e as interações negativas que podem ocorrer durante a
143 fermentação ruminal, permitindo um atendimento de forma mais eficiente à demanda dos
144 animais. Portanto, a presente revisão de literatura tem por objetivo trazer os principais
145 resultados sobre os efeitos da suplementação de vitamina A e β -caroteno sobre os
146 parâmetros reprodutivos em vacas.

147 ***FONTES DE CAROTENOIDES E VITAMINA A NA ALIMENTAÇÃO DE*** 148 ***BOVINOS***

149 A vitamina A pode ser encontrada apenas nos tecidos dos animais, não estando
150 presentes nos vegetais. Dessa forma, para que os herbívoros tenham suas necessidades de
151 vitamina A atendidas, necessitam ingerir carotenoides, que são moléculas precursoras de
152 vitamina A, e são encontrados nos tecidos vegetais. Diversos são os carotenoides
153 precursores de vitamina A, como β -caroteno, α -caroteno, γ -caroteno e criptoxantina
154 (presente no grão de milho). De forma geral, esses carotenoides podem ou não ser
155 convertidos à vitamina A no intestino delgado, sendo transportados via sistema linfático
156 e armazenados no fígado (Parker et al., 2017). Além da parede intestinal, o fígado e as

157 estruturas ovarianas também atuam na conversão dos carotenoides em vitamina A (Çelik
158 t al., 2009).

159 A composição dos carotenoides dos alimentos, pode ser modificada pelas
160 condições de crescimento, maturidade no momento da colheita, armazenamento pós-
161 colheita, altura de corte e processamento da forragem. Avaliando 18 diferentes alimentos
162 comumente utilizados na alimentação de bovinos de corte, Pickworth et al., (2012),
163 observaram que as forragens frescas podem apresentar concentrações de equivalentes de
164 vitamina A (quantidade estimada de vitamina A convertida a partir de carotenoides)
165 acima de 35.000 UI de vitamina A/kg de MS, enquanto os fenos em torno de 2.750 UI de
166 vitamina A/kg de MS. Esses pesquisadores observaram também que a armazenagem de
167 feno de festuca, mesmo que realizada em um galpão seco e coberto, por 4 meses, reduziu
168 em 45% a concentração de equivalentes de vitamina A.

169 A secagem de forragens ao sol diminui muito a concentração de carotenoides
170 (Park et al., 1983). Essa perda de carotenoides se deve principalmente à radiação solar, já
171 que a exposição aos raios UV (de forma artificial), mesmo no escuro, foi capaz de destruir
172 todos os carotenoides da amostra (Cardinault et al., 2004). Em uma ampla revisão de
173 literatura realizada por Willians et al., (1998), os autores determinaram concentrações
174 médias de β -caroteno de 196, 159, 81 e 36 mg/kg MS para forragem fresca, forragem
175 desidratada (submetida a temperatura de 120°C até que a umidade reduza a 8%), silagem
176 e feno, respectivamente, demonstrando que a forragem que passou pelo processo de
177 fenação (realizado ao sol) foi a que apresentou menor concentração de β -caroteno.

178 A degradação dos carotenoides durante a ensilagem é dependente do pH, e
179 favorecida por condições aeróbicas. Com o pH em torno de 5, a degradação foi maior em
180 silagens de leguminosas do que de gramíneas, sendo potencializada pelo atraso da
181 vedação do silo e pelo tempo de armazenamento. Em silagens mal feitas, onde havia
182 entrada de oxigênio, as perdas de carotenoides chegaram a 80%, sendo reduzidas para
183 menos de 20% em silagens bem feitas (Nozière et al., 2006). Não houve redução na
184 concentração de carotenoides em silagem com pH de 4,0 – 4,5, porém quando o pH subiu
185 para 4,5 – 4,7 ocorreu uma redução de 10%, acentuando ainda mais essa redução quando
186 o pH passou de 5,0 (Wierzchowski e Basaj, 1966).

187 O milho, um dos principais ingredientes utilizados na formulação de suplementos
188 concentrados e em dietas de confinamento, apresenta apenas traços de carotenoides.

189 Torsein et al. (2018), observaram concentrações sanguíneas de β -caroteno menor no soro
190 sanguíneo dos animais alimentados com dietas com alta inclusão de silagem de milho.
191 Diferente do observado em forragens, o processamento apresenta pouco efeito sobre os
192 níveis de carotenoides no grão de milho, com concentrações de 170, 150 e 137 UI/kg de
193 MS de equivalentes de vitamina A para grãos inteiros, triturados ou floculados,
194 respectivamente. O milho em ponto de silagem (alta umidade) apresenta em média 360
195 UI de vitamina A/kg de MS, o que é 200 UI a mais do que em grãos inteiros secos
196 (Pickworth et al., 2012).

197 Com a digestão fermentativa no rúmen, a matriz vegetal é degradada e os
198 carotenoides são liberados no fluido ruminal (Mora et al., 1999). Livres no rúmen, as
199 moléculas de carotenoides se tornam susceptíveis a degradação pelos microrganismos
200 ruminais. Mora et al. (1999) encontrou níveis de degradação variando entre 10-25%, já
201 King et al. (1962) chegou a resultados entre 40-55%. Por outro lado, Van Soest (1982)
202 menciona que é possível que os carotenoides escapem para o intestino delgado sem serem
203 degradados no retículo-rúmen. Essa variação encontrada nos diferentes trabalhos
204 provavelmente se deve a fonte e a forma de fornecimento do carotenoide, sendo maior a
205 degradação quando estes foram fornecidos como produtos purificados em comparação ao
206 fornecimento como forragem (Nozière et al., 2006).

207 O tipo de dieta e conseqüentemente o perfil de fermentação ruminal podem
208 influenciar na degradação dos carotenoides no rúmen e conseqüente ineficiência na
209 digestão, absorção e atividade enzimática, associados à digestão e absorção lipídica
210 (NRC, 2016). Em bovinos tratados com uma dieta com relação concentrado: volumoso
211 de 70:30, foram observadas perdas de aproximadamente 80% de provitamina A, enquanto
212 em dietas a base de forragem as perdas foram de aproximadamente 20% (Alosilla Jr. et
213 al., 2007).

214 A variante raça do animal também tem efeito sobre o metabolismo dos
215 carotenoides, sendo mais eficientes aquelas vacas que contêm mais gordura no leite e
216 maior teor de tecido adiposo branco no intestino (McDowell, 2000). Segundo Noziere et
217 al. (2006), vacas leiteiras da raça Montbeliarde apresentam mais vitamina A no leite e no
218 plasma sanguíneo do que vacas da raça holandesa.

219 **METABOLISMO DA VITAMINA A E CAROTENOIDES**

220 As moléculas que possuem atividade de vitamina A podem ser divididas
221 basicamente em dois grupos: aquelas encontradas no tecido animal (retinol, hidro retinol,
222 ácido retinóico e retinal) e os carotenoides, que podem ser encontrados tanto em tecidos
223 animais quanto em vegetais. Os carotenoides ingeridos a partir dos vegetais serão
224 convertidos em vitamina A no intestino delgado e no fígado, por ação da enzima beta-
225 caroteno-15,15'-dioxigenase, que converte uma molécula de β -caroteno em duas
226 moléculas de vitamina A. Embora pelo menos 80 provitaminas sejam conhecidas, a mais
227 ativa e mais comum delas é o β -caroteno. Uma UI de vitamina A é equivalente a 0,03 μ g
228 de vitamina A ou 0,6 μ g de β -caroteno (Ayaşan e Karakozak, 2010).

229 O animal ingere β -caroteno juntamente com os alimentos, principalmente
230 volumosos, enquanto a vitamina A, na forma de ésteres de retinol, é normalmente
231 suplementada no concentrado. No entanto, nem toda vitamina A e β -caroteno são
232 absorvidos, pois uma parte é destruída no rúmen (Weiss, 1998). Os principais locais de
233 armazenamento de β -caroteno no corpo incluem o plasma sanguíneo, seguido pelo fígado
234 e tecido adiposo. Uma concentração elevada de β -caroteno pode ser encontrada também
235 no corpo lúteo, dando a coloração amarelada a esse tecido (Akar e Gazioglu, 2006).

236 Os ésteres de retinol são hidrolisados no intestino e convertidos em retinol. Tanto
237 o retinol quanto o β -caroteno são absorvidos pela mucosa intestinal. Uma parte do β -
238 caroteno é transformada nas células da mucosa intestinal em retinal, que passa
239 rapidamente para retinol. O retinol é reesterificado e junto com o β -caroteno não
240 transformado, são “empacotados” em quilomícrons (lipoproteínas sintetizadas nas células
241 epiteliais do intestino e usadas para transportar lipídios no sangue) e secretados no sangue
242 através do sistema linfático. Os quilomícrons são transportados pelo sangue para o fígado,
243 onde são armazenados até serem decompostos. No fígado, os ésteres de retinol são
244 hidrolisados novamente em retinol, ligados a proteínas transportadoras e direcionados via
245 sangue para órgãos-alvo. O β -caroteno, por sua vez, também é liberado e passa para o
246 sangue para ser distribuído pelo organismo (Ikeda et al., 2005).

247 A principal função da vitamina A e do β -caroteno no organismo, e da qual derivam
248 a maior parte de seus efeitos, é a sua ação antioxidante. Assim, seu papel mais importante
249 é proteger o corpo dos radicais livres produzidos durante o metabolismo oxidativo normal
250 do corpo. Um radical livre é uma molécula (orgânica ou inorgânica), extremamente
251 instável e, portanto, com grande poder reativo que atua alterando a membranas celulares

252 e atacando o material genético das células. Os radicais livres, como o superóxido (O_2^-),
253 peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e hidroxila (OH^-), são constantemente produzidos como
254 parte do funcionamento celular normal. O organismo se adaptou para desenvolver um
255 sistema antioxidante que o protege. Quando há um desequilíbrio entre radicais livres e
256 antioxidantes no organismo (glutathione e glutathione peroxidase, vitamina A, E, β -
257 caroteno, etc.), ocorre o chamado estresse oxidativo (Kamiloglu et al., 2005).

258 A vitamina A é um importante antioxidante e desempenha um papel na captura de
259 radicais livres em tecidos a baixas pressões parciais de oxigênio, complementando o
260 efeito antioxidante da vitamina E, que é eficaz em concentrações mais altas de oxigênio.
261 Por possuírem elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados na sua membrana celular,
262 e geralmente produzirem mais espécies reativas de oxigênio, as células do sistema imune
263 são altamente sensíveis ao estresse oxidativo (Chew e Park, 2004).

264 Os carotenoides atuam na estimulação da atividade dos neutrófilos, proliferação e
265 atividade de linfócitos, resposta de anticorpos, produção de citocinas e na atividade das
266 enzimas citocromo oxidase e peroxidase, proporcionando uma melhora na função
267 imunológica do animal. Essas funções dos carotenoides sempre foram atribuídas a sua
268 conversão em vitamina A. Porém, estudos utilizando carotenoides que não são
269 convertidos em vitamina A (por exemplo, luteína, licopeno, cantaxantina, astaxantina)
270 demonstraram efeitos imunomoduladores dos carotenoides (Chew e Park, 2004),

271 Os radicais livres e espécies reativas ao oxigênio estão envolvidos em aspectos da
272 biologia reprodutiva e gestacional e podem implicar em uma série de problemas
273 associados à divisão celular, diferenciação e crescimento pré-natal (Agarwal et al., 2006;
274 Aourousseau et al., 2006). Esses radicais podem danificar a membrana das células luteais
275 e afetar a produção de progesterona devido à interrupção do transporte de colesterol,
276 prejudicando os receptores de LH ou a atividade das enzimas citocromo (Agarwal et al.,
277 2005).

278 Baixas concentrações sanguíneas de β -caroteno têm sido associadas à ocorrência
279 de estro prolongado, atraso na ovulação, redução na intensidade dos sinais de estro, baixas
280 taxas de concepção e baixas concentrações de progesterona. A suplementação com β -
281 caroteno resultou em efeitos positivos sobre a reprodução, involução uterina, redução no
282 intervalo entre o parto e o primeiro estro e maior produção de progesterona pelo corpo
283 lúteo (Kaewlamun et al., 2011).

284 A vitamina A e o β -caroteno, apesar de atuarem em todos os processos oxidativos
285 do organismo, parecem ter especial relevância naqueles relacionados à reprodução
286 (Rapoport et al., 1998; Young et al., 1995). A regressão natural do corpo lúteo induzida
287 pela $\text{PGF2}\alpha$ está associada ao acúmulo de espécies reativas ao oxigênio e o decréscimo
288 das substâncias antioxidantes. A correlação positiva entre a capacidade antioxidante e os
289 níveis de progesterona indica que mecanismos antioxidantes são ativados durante a
290 esteroidogênese no corpo lúteo de bovinos (Pepperell et al., 2003; Stocco et al., 2007).

291 Existe um acúmulo, dependente da alimentação, de β -caroteno no tecido luteal de
292 bovinos. As concentrações plasmáticas, folicular e no corpo lúteo são influenciadas pelo
293 estágio do ciclo estral e gestação. Esse acúmulo está relacionado a função luteal
294 independentemente da conversão em vitamina A (Arikan et al., 2002; Haliloglu et al.,
295 2002).

296 Quando o corpo lúteo apresenta atividade metabólica elevada, baixos níveis de
297 retinol podem ser observados, indicando um possível consumo dessa molécula durante a
298 esteroidogênese. Dessa forma, a ingestão de β -caroteno deve ser suficiente para permitir
299 o acúmulo no corpo lúteo, onde atuará como precursor local de retinol (Schweigert, 2003)
300 e também tendo suas funções diretas como molécula de β -caroteno não convertida
301 (Arikan et al., 2002; Haliloglu et al., 2002). A suplementação com β -caroteno também
302 pode afetar de forma positiva a atividade ovariana, tendo sido demonstrado uma melhora
303 no desenvolvimento dos oócitos em bovinos, ovinos e suínos (Hidalgo et al., 2005).

304 ***EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE B-CAROTENO E/OU VITAMINA A SOBRE*** 305 ***O DESEMPENHO REPRODUTIVO DE VACAS***

306 As concentrações sanguíneas de β -caroteno devem estar entre 300 e 1200 $\mu\text{g}/\text{dl}$
307 de sangue, enquanto de vitamina A entre 25 e 80 $\mu\text{g}/\text{dl}$. Valores abaixo de 7 $\mu\text{g}/\text{dl}$ de
308 vitamina A, ou 100 $\mu\text{g}/\text{dl}$ de β -caroteno são considerados como uma deficiência grave.
309 Valores intermediários entre 100 e 300 $\mu\text{g}/\text{dl}$ de β -caroteno são considerados uma
310 deficiência leve (Michael et al., 1994). As exigências de vitamina A foram fixadas em
311 2.200 UI/kg de MS para bovinos de corte confinados, 2.800 UI/kg de MS para novilhas
312 e vacas prenhez e 3.900 UI/kg de MS para vacas em lactação e animais em reprodução
313 (NRC, 2016).

314 Durante o período periparto as fêmeas sofrem adaptações fisiológicas e
315 metabólicas devido a transição da gestação para a lactação. Nesse período a produção de

316 radicais livres usualmente excede a capacidade dos sistemas antioxidantes,
317 desenvolvendo um estresse oxidativo. Esse acúmulo excessivo de espécies reativas de
318 oxigênio pode resultar na ocorrência de mastite, metrite e retenção das membranas fetais
319 (Castilho et al., 2005). Foi observado que vacas com retenção de placenta apresentaram
320 menores concentrações plasmáticas de β -caroteno em comparação a vacas saudáveis
321 (Akar e Gazioglu, 2006).

322 Vacas que ovularam em até 30 dias pós-parto apresentaram maiores concentrações
323 de β -caroteno quando comparadas a vacas que ovularam em um intervalo mais
324 prolongado (Kawashima et al., 2009). A suplementação oral com 1 g/dia de β -caroteno a
325 vacas leiteiras durante 60 dias pré-parto aumentou os níveis plasmáticos desse precursor
326 da vitamina A. Todavia, não foram observados efeitos positivos sobre a involução uterina
327 e atividade ovariana, podendo os efeitos da suplementação sobre a atividade ovariana ter
328 sido minimizado devido à parada da suplementação no momento do parto (Kaewlamun
329 et al., 2011).

330 Vacas suplementadas via intra muscular (IM) com β -caroteno (aplicação feita no
331 dia 30 pós-parto) aumentaram a concentração sanguínea já no 1º dia após a aplicação. As
332 vacas suplementadas via oral (suplementação iniciada 30 dias antes do parto e mantida
333 até 120 dias pós-parto) aumentaram a concentração sanguínea de β -caroteno já antes do
334 parto, mantendo-se maiores que o grupo controle durante todo o período de
335 suplementação. O grupo tratado via IM e o via oral apresentaram as mesmas
336 concentrações sanguíneas de β -caroteno após as respectivas suplementações. Todos os
337 grupos tratados apresentaram valores médios de β -caroteno superiores a 300 μ g/dl
338 (Aguiar-Zalzano et. al., 2022).

339 A aplicação de 200 mg de um produto comercial (Carofertin®) contendo β -
340 caroteno, em 3 aplicações, aumentou a concentração plasmática de β -caroteno, mantendo-
341 se alta até 37 dias após a IA (20 dias após a última aplicação). Melhorou também o
342 tamanho e fluxo sanguíneo do corpo lúteo (Ay et al., 2012a). A suplementação via IM de
343 β -caroteno na dose de 0,4 mg/kg PC de Carofertin® aumentou a taxa de prenhez quando
344 as aplicações foram feitas 15 e 45 dias pós parto e 35 e 45 dias pós parto. Apenas o
345 protocolo 15-45 foi capaz de reduzir significativamente o número de serviços por animal
346 (Ay et al., 2012b).

347 Trojačanec et al. (2012) aplicou 200 mg de β -caroteno (Carofertin®) isoladamente
348 e associado a vitamina A (50.000 UI) no momento da aplicação de PGF_{2 α} (4 dias antes
349 da IA) em vacas Holandesa com problemas crônicos de fertilidade. Os animais que
350 receberam o β -caroteno associado a vitamina A apresentaram maior tamanho de corpo
351 lúteo, maior concentração sanguínea de progesterona e maior taxa de prenhez do que os
352 que receberam o β -caroteno isoladamente. A aplicação de vitamina A isoladamente
353 também resultou em maiores taxas de prenhez do que quando administrado apenas β -
354 caroteno. Todavia, tanto os tratamentos com vitamina A ou β -caroteno isoladamente, ou
355 ambos associados, resultaram em maior tamanho de corpo lúteo, concentração de
356 progesterona e taxa de prenhez, quando comparados ao grupo controle (não receberam
357 nenhum suplemento).

358 Em um protocolo de sincronização de estro com GnRH e PGF_{2 α} , a aplicação de
359 1 mg/kg de PC de β -caroteno (Dalmavital®) associada a primeira aplicação de GnRH em
360 vacas da raça Holandesa aumentou o diâmetro do folículo e do corpo lúteo, a
361 concentração de progesterona e estradiol e as concentrações plasmáticas de β -caroteno e
362 vitamina A. Porém, tais resultados não levou a aumento nas taxas de ovulação nem nas
363 taxas prenhez (Çelik et al., 2009). Por outro lado, Kaçar et al. (2008) observou aumento
364 na taxa de prenhez ao aplicar β -caroteno associado a vitamina E via parenteral, no
365 momento da primeira aplicação de GnRH.

366 Trabalhando com um protocolo de superovulação para a colheita de embriões,
367 Sekizawa et al. (2012) observaram que o número de embriões coletados não diferiu entre
368 vacas com níveis plasmáticos de β -caroteno baixos (<150 μ /dL) ou elevados (>150 μ /dl).
369 Porém, o número de embriões transferíveis foi significativamente superior nas vacas com
370 níveis plasmáticos elevados de β -caroteno, demonstrando uma correlação positiva entre
371 o β -caroteno plasmático e os resultados na coleta de embriões após o tratamento de
372 superovulação.

373 A suplementação via parenteral de β -caroteno e tocoferol em duas aplicações foi
374 capaz de aumentar a quantidade de embriões viáveis em vacas superovuladas. A melhor
375 resposta ocorreu quando a dose foi de 1200 mg por aplicação, com as concentrações
376 séricas de β -caroteno sendo mantidas superiores às do grupo controle até 16 dias após o
377 início do protocolo. Todavia, quando a suplementação foi realizada com novilhas, o
378 resultado observado foi oposto, com o menor número de embriões viáveis ocorrendo no
379 grupo com o maior nível de suplementação (Sales et al., 2008).

380 **CONCLUSÃO**

381 A suplementação com Vitamina A e/ou β -caroteno melhora os parâmetros
382 reprodutivos de vacas, especialmente em casos de deficiência desses nutrientes (< 300
383 $\mu\text{g/dl}$ de β -caroteno e < de 25 $\mu\text{g/dl}$ de vitamina A). Essa melhora se deve,
384 provavelmente, a ação antioxidante, tanto da vitamina A, quanto do β -caroteno, o que
385 resulta em: aumento da produção de progesterona; aumento do tamanho de corpo lúteo e
386 redução na incidência de patologias pós-parto como, retenção placentária.

387 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

388 AGARWAL, A., GUPTA, S.; SHARMA, R. K. Role of oxidative stress in female
389 reproduction. **Reproductive Biology and Endocrinology**, v. 3p. 3-28, 2005.

390 AGARWAL, A.; GUPTA, S.; SIKKA, S. The role of free radicals and antioxidants in
391 reproduction. **Current Opinion in Obstetrics and Gynecology**, v. 18, p. 325-332,
392 2006.

393 AGUIAR-ZALZANO, E.; ROJAS-BOURRILLON, A.; MURILLO-BARRANTES, J.
394 Efecto de la suplementación de β -caroteno en vacas lecheras sobre concentraciones
395 en sangre y calostro, reproducción y salud de la ubre. **Nutrición Animal Tropical**,
396 v. 16, n. 1, p. 53-81, 2022.

397 AKAR, Y.; GAZIOGLU, A. Relationship between vitamin A and β -carotene levels
398 during the postpartum period and fertility parameters in cows with and without
399 retained placenta. **Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy**, v. 50, p. 93-96,
400 2006.

401 ALOSILLA Jr, C. E.; McDOWELL, L. R.; WILKINSON, N. S.; STAPLES, C. R.;
402 THATCHER, W. W.; MARTIN, F. G.; BLAIR, M. Bioavailability of vitamin A
403 sources for cattle. **Journal of Animal Sciences**, v. 85, p. 1235-1238, 2007.

404 ARIKAN, S.; SANDS, H. S.; RODWAY, R. G.; BATCHELDER, D. N. Raman
405 spectroscopy and imaging of beta-carotene in live corpus luteum cells. **Animal
406 Reproduction Science**, v. 71, p. 249-266, 2002.

407 AUROUSSEAU, B; GRUFFAT, D.; DURAND, D. Gestation linked radical oxygen
408 species fluxes and vitamins and trace mineral deficiencies in the ruminant.
409 **Reproduction Nutrition Development**, v. 46, p. 601-620, 2006.

410 AY, S. S.; KAYA, D.; KUCUKASLAN, I.; AGAOGLU, A. R.; EMRE, B.; HANDLER,
411 J.; FINDIK, M.; ASLAN, S. Beneficial effects of Beta-carotene injections prior to

412 treatment with PGF 2α on the fertility of postpartum dairy cows. **Revue de**
413 **Médecine Vétérinaire**, v. 163, p. 387-392, 2012b.

414 AY, S. S.; KUCUKASLAN, I.; KAYA, D.; MÜLAZIMOĞLU, S. B.; EMRE, B.;
415 KAÇAR, C.; KALENDER, H.; FINDIK, M.; BOLLWEIN, H.; RIEGLER, M.;
416 SCHÄFER-SOMI, S.; SCHOLBACH, J.; ASLAN, S. The Change in Luteal Blood
417 Flow and Luteal Size after Beta Carotene and GnRH Injections in Early Pregnant
418 Dairy Cows. **Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, v. 18, p. 1035-
419 1041, 2012a.

420 AYAŞAN, C.; KARAKOZAK, E. Use of β -Carotene in Animal Nutrition and Its Effects.
421 **Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, v. 6, p. 697-705, 2010.

422 CARDINAULT, N., DOREAU, M., NOZIERE, P. Fate of carotenoids in the rumen.
423 **Rencontres Recherche Ruminants**. V. 11, p. 82, 2004.

424 CASTILLO, C.; HERNANDEZ, J.; BRAVO, A.; LOPEZ-ALONSO, M.; PEREIRA, V.;
425 BENEDITO, J. L. Oxidative status during late pregnancy and early lactation in
426 dairy cows. **The Veterinary Journal**, v. 169, p. 286–292, 2005.

427 ÇELİK, H. A.; AVCI, G.; AYDIN, I.; BÜLBÜL, A.; BÜLBÜL, T. Effect of β -carotene
428 on Ovarium Functions and Ovsynch Success in Repeat Breeder Cows. **Kafkas**
429 **Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, v. 15, p. 87-94, 2009.

430 CHEW, B. P.; PARK, J. S. Carotenoid action on the immune response. **The Journal of**
431 **Nutrition**, v. 134, p. 257-261, 2004.

432 DE GOUVÊA, V.; COLLI, M.; GONÇALES JUNIOR, W.; MOTTA, J., ACEDO, T.,
433 DE VASCONCELLOS, G.; TAMASSIA, L, ELLIFF, F.; MINGOTI, R.;
434 BARUSELLI, P. The combination of β -carotene and vitamins improve the
435 pregnancy rate at first fixed-time artificial insemination in grazing beef cows.
436 **Livestock Science**, v. 217, p.30-36, 2018.

437 ELGHAFGHUF, A.; STRYHN, H.; WALDNER, C. A. Cross-classified and multiple
438 membership Cox model applied to calf mortality data. **Preventive Veterinary**
439 **Medicine**, v. 115, p. 29-38, 2014.

440 ELLIOTT, R. Mechanisms of genomic and non-genomic actions of carotenoids.
441 **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1740, p. 147-154, 2005.

442 HALILOGLU, S.; BASPINAR, N.; SERPEK, B.; ERDEM, H.; BULUT, Z. Vitamin A
443 and β - carotene levels in plasma, corpus luteum and follicular fluid of cyclic and
444 pregnant cattle. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 37, p. 96-99, 2002.

445 HIDALGO, C.; DIEZ, C.; DUQUE, P.; PRENDES, J. M.; RODRIGUEZ, A.;
446 GOYACHE, F.; FERNANDEZ, I.; FACAL, N.; IKEDA, S.; ALONSO-MONTES,
447 C.; GÓMEZ, E. Oocytes recovered from cows treated with retinal become unviable
448 as blastocysts produced in vitro. **Reproduction**, v. 129, p. 411-421, 2005.

449 IKEDA, S., KITAGAWA, M., IMAI, H., YAMADA, M. The roles of Vitamin A for
450 cytoplasmic maturation of bovine oocytes. **Journal of Reproduction and**
451 **Development**. v. 51, p. 23-35, 2005.

452 KAÇAR, C.; KAMILOĞLU, N. N.; UÇAR, Ö.; ARI, U. Ç.; PANCARCI, Ş. M.;
453 GÜNGÖR, Ö. Effect of Ovsynch and Cosynch Synchronisation Programmes
454 Combined with β -carotene+ Vitamin E Administration upon the Pregnancy Rates
455 in Cows. **Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, v. 14, p. 45-50, 2008.

456 KAEWLAMUN, W.; OKOUY, M.; HUMBLLOT, P.; TECHAKUMPHU, M.; PONTER,
457 A. A. Does supplementing dairy cows with β -carotene during the dry period affect
458 postpartum ovarian activity, progesterone, and cervical and uterine involution?.
459 **Theriogenology**, v. 75, p. 1029-1038, 2011.

460 KAMILOGLU, NN., BEYTUTE, GÜRBULAK, K., OGUN, M. Effects of vitamin A and
461 β -carotene injection on levels of vitamin E and on glutathione peroxidase activity
462 in pregnant tuj sheep. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**. v. 29:
463 p. 1033-1038, 2005.

464 KAWASHIMA, C.; KIDA, K.; SCHWEIGERT, F. J.; MIYAMOTO, A. Relationship
465 between plasma β -carotene concentration during the peripartum period and
466 ovulation of the first follicular wave postpartum in dairy cows. **Animal**
467 **Reproduction Science**, v. 111, p.105–111, 2009.

468 KEGLEY, E.B.; BALL, J.J.; BECK, P.A. BILL E. KUNKLE INTERDISCIPLINARY
469 BEEF SYMPOSIUM: Impact of mineral and vitamin status on beef cattle immune
470 function and health. **Journal of Animal Science**, v.94, n.12, p. 5401–5413, 2016.

471 KING, T.B., LOHMAN, T.G., SMITH, G.S. Evidence of rumeno-reticular losses of
472 Vitamin A and carotene. **Journal of Animal Science**. v. 21, p. 1002, 1962.

473 MCDOWELL, L. Vitamins in Animal and Human Nutrition, 2nd edn. **Iowa State**
474 **University Press, Ames, Iowa**, 2000.

475 MICHAEL, J.J., HEIRMAN, L.R., WONG, T.S., CHEW, B.P., FRIGG, M., VOLKER,
476 L. Modulatory effects of dietary beta-carotene on blood and mammary leukocyte
477 function in periparturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v. 77, p. 1408–
478 1421, 1994.

479 MORA, O., ROMANO, J.L., GONZALEZ, E., RUIZ, F.J., SHIMADA, A. In vitro and
480 in situ disappearance of betacarotene and lutein from lucerne (*Medicago sativa*) hay
481 in bovine and caprine ruminal fluids. **Journal of the Science of Food and**
482 **Agriculture**. v. 79, p. 273–276. 1999

483 NOZIÈRE, P.; GRAULET, B.; LUCAS, A.; MARTIN, B.; GROLIER, P.; DOREAU, M.
484 Carotenoids for ruminants: From forages to dairy products. **Animal Feed Science**
485 **and Technology**, v. 131, p. 418-450, 2006.

486 NRC – **Nutrient Requirements of Beef Cattle** - Eighth revised edition. National
487 Academy Press, Washington DC, 2016.

488 PARK, Y.M., ANDERSON, M.J., WALTERS, J.L., MAHONEY, A.W., Effects of
489 processing methods and agronomic variables on carotene contents in forages and
490 predicting carotene in alfalfa hay with near-infrared-reflectance spectroscopy.
491 **Journal of Dairy Science**. v. 66, p. 235–245, 1983.

492 PARKER, E. M.; GARDINER, C. P.; KESSELL, A. E.; PARKER, A. J. Hypovitaminosis
493 A in extensively grazed beef cattle. **Australian Veterinary Journal**, v. 95, n. 3, p.
494 80-84, 2017.

495 PEPPERELL, J. R.; PORTERFIELD, D. M.; KEEFE, D. L.; BEHRMAN, H. R.; SMITH,
496 P. J. Control of ascorbic acid efflux in rat luteal cells: role of intracellular calcium
497 and oxygen radicals. **American Journal of Physiology-Cell Physiology**, v. 285,
498 p.642-651, 2003.

499 PICKWORTH, C. L.; LOERCH, S. C.; KOPEC, R. E.; SCHWARTZ, S. J.; FLUHARTY,
500 F. L. Concentration of pro-vitamin A carotenoids in common beef cattle feedstuffs.
501 **Journal of Animal Sciences**, v. 90, p. 1553-15661, 2012.

502 RAPOPORT, R., SKLAN, D., WOLFENSEN, D., SHAHAMALBALANCY. A.,
503 HANUKOGLU, I. Antioxidant capacity is correlated with steroidogenic status of
504 the corpus luteum during the bovine estrous cycle. **Biochimica et Biophysica Acta**.
505 v. 1380, p.133-140, 1998.

506 SALES, J. N. S.; DIAS, L. M. K.; VIVEIROS, A. T. M.; PEREIRA, M. N.; SOUZA, J.
507 C. Embryo production and quality of Holstein heifers and cows supplemented with
508 β -carotene and tocoferol. **Animal Reproduction Science**, v. 106, p. 77-89, 2008.

509 SCHWEIGERT, F. J. Research note: changes in the concentration of β -carotene, α -
510 tocopherol and retinol in the bovine corpus luteum during the ovarian cycle.
511 **Archives of Animal Nutrition**, v. 57, p. 307-310, 2003.

512 SEKIZAWA, F.; SAWAI, K.; TANAKA, M.; OKUDA, K. Relationship between embryo
513 collection results after superovulation treatment of Japanese black cows and their
514 plasma β -carotene and vitamin concentrations. **Journal of Reproduction and**
515 **Development**, v. 58, p. 377-379, 2012.

516 STOCCO, C.; TELLERIA, C.; GIBORI, G. The molecular control of corpus luteum
517 formation, function, and regression. **Endocrine Reviews**, v. 28, p. 117-149, 2007.

518 TORSSEIN, M., A. LINDBERG, C. SVENSSON, S. KROGH JENSEN, C. BERG Y K.
519 PERSSON WALLER. α -Tocopherol and β -carotene concentrations in feed,
520 colostrum, cow and calf serum in Swedish dairy herds with high or low calf
521 mortality. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 60, n. 7, 2018.

522 TROJAČANEC, S.; BOBOŠ, S.; PAJIĆ, M. Influence of β -carotene and vitamin A
523 supplementation on the ovarian activity of dairy cows with chronic fertility
524 impairment. **Veterinarski Arhiv**, v. 82, p. 567-575, 2012.

525 VAN SOEST, P. Nutritional ecology of the ruminant. **O and B Books**, Corvallis, Oregon,
526 USA, p. 260-263, 1982.

527 WALDNER, C. L.; UEHLINGER, F. D. Factors associated with serum vitamin A and
528 vitamin E concentrations in beef calves from Alberta and Saskatchewan and the
529 relationship between vitamin concentrations and calf health outcomes. **Canadian**
530 **Journal of Animal Sciences**, v. 97, p. 65-82, 2017.

531 WEISS, W. Requirements of fat-soluble vitamins for dairy cows: a review. **Journal of**
532 **Dairy Science**. v. 81, p. 2493–2501, 1998.

533 WIERZCHOWSKI, Z. ; BASAJ, J. Vitamin value of ensiled green feeds. **Rocznik nauk**
534 **rollniczych. Série B. Zootechnika**. v. 88, p.79-92, 1966.

535 WILLIAMS, P.E.V., BALLETT, N., ROBERT, J.C. A review of the provision of vitamins
536 for ruminants. In: Proceedings of the Preconference Symposium of the Cornell
537 Nutrition Conference 1998. **Provision of Vitamins and Amino Acids for**
538 **Ruminants, Rhone Poulenc Animal Nutrition**, Antony, France, pp. 7–37, 1998.

539 YOUNG, F., LUDERER, W., RODGERS, R. The antioxidant β -carotene prevents
540 covalent cross-linking between cholesterol side-chain cleavage cytochrome P450
541 and its electron donor adrenodoxin in bovine luteal cells. **Molecular and Cellular**
542 **Endocrinology**. v.109: p. 113-118, 1995.

543
544
545

546

547

548

549

550

**CAPÍTULO 2 – EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO INJETÁVEL DE
VITAMINA A NO INÍCIO DA INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO
FIXO SOBRE O DESEMPENHO REPRODUTIVO EM VACAS DE CORTE**

551 EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO INJETÁVEL DE VITAMINA A NO INÍCIO DA
552 INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO SOBRE O DESEMPENHO
553 REPRODUTIVO EM VACAS DE CORTE

554

555 FURTADO, Fernando Henrique Garcia ^a, FRANCO, Gumercindo Loriano ^{a,*}

556

557 ^a Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato
558 Grosso do Sul

559 *Autor correspondente: Endereço de email gumercindo.franco@ufms.br

560 **RESUMO**

561 O presente estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos da suplementação
562 com vitamina A sobre a concentração de progesterona, tamanho de folículo dominante,
563 diâmetro e volume de corpo lúteo, e taxa de prenhez em vacas de corte da raça Nelore,
564 mantidas em pastagens. **Material e métodos:** O experimento foi dividido em 2 etapas.
565 **Etapa 1)** foram utilizadas 18 vacas multíparas da raça Nelore com escore de condição
566 corporal entre 4 e 6 e folículo dominante maior que 7,0 mm no início do experimento. Os
567 animais foram divididos em 2 grupos: Cont. (10 mL por animal de solução salina aplicado
568 via intramuscular); VitA (10 mL de suplemento injetável de vitamina A - Hipovita A[®],
569 IBASA, Brasil - por animal aplicado via intramuscular). As vacas tiveram o estro
570 sincronizado com um protocolo de 11 dias, com 3 passagens. No D0 todas as vacas foram
571 inseminadas por um único inseminador e com sêmen do mesmo touro Nelore. A aplicação
572 dos tratamentos foi feita no dia de início do protocolo (d -11). **Etapa 2)** foram utilizadas
573 365 vacas da raça Nelore com escore corporal entre 2 e 6. Os animais eram pertencentes
574 a 3 diferentes fazendas, e em cada fazenda os animais foram divididos também em 2
575 grupos, recebendo os mesmos tratamentos da etapa 1. As vacas tiveram o estro
576 sincronizado com um protocolo de 11 dias, com 4 passagens. No D0 todas as vacas foram
577 inseminadas por um único inseminador e com sêmen do mesmo touro Nelore. Os
578 tratamentos foram realizados no dia de início do protocolo (d -11). **Resultados: Etapa 1)**
579 O tratamento com Vitamina A não apresentou influência no tamanho do folículo
580 dominante no D0 (p= 0,16), no volume de corpo lúteo (p= 0,90), concentração plasmática
581 de progesterona (p= 0,44), nem na taxa de prenhez (p= 0,13). O diâmetro de CL do grupo
582 Vit A apresentou medidas menores do que o grupo Cont (VitA= 16,2 mm ± 1,10; Cont.=
583 18,7 mm ± 1,10; p= 0,03). Já em relação a temperatura retal, o grupo Vit A apresentou
584 uma tendência de aumento da temperatura (VitA= 39,9°C ± 0,19; Cont.= 39,4 ± 0,19; p=
585 0,10). **Etapa 2)** Não houve diferença significativa na taxa de prenhez geral entre os
586 grupos, porém, quando os animais foram analisados de acordo com seu escore corporal,
587 foi observada uma tendência de redução na taxa de prenhez dos animais com escore entre
588 5 e 6 do grupo Vit A (VitA= 35,90% ± 7,02; Cont.= 51,90% ± 7,02; p= 0,10). **Conclusão:**
589 A suplementação injetável de vitamina A, não associada ao β-caroteno, realizada em
590 animais com um bom escore corporal, não resultou em melhora dos parâmetros
591 reprodutivos de vacas da raça Nelore.
592 Palavras-chave: Antioxidante; carotenoides; fertilidade; estresse oxidativo; reprodução

593 **INTRODUÇÃO**

594 A reprodução de vacas pode ser influenciada por diversos fatores, sendo a nutrição
595 um dos mais importantes. A vitamina A é um elemento fundamental para os ruminantes.
596 Porém, esse composto não ocorre em tecidos vegetais, dessa forma, seu suprimento
597 dietético nos herbívoros é originado a partir dos carotenoides, principalmente β -caroteno.
598 Embora as forragens verdes tenham alta concentração de β -caroteno, esta pode ser
599 reduzidas consideravelmente durante o processo de armazenamento, passando de 300
600 ppm para 10 ppm na forragem armazenada (Arikan e Rodway, 2001). Kalač et al. (2013)
601 observaram reduções nas concentrações de β -caroteno de 19%, 59% e 82% em forragem
602 desidratada, silagem e feno, respectivamente, em comparação com as concentrações
603 iniciais na forragem verde.

604 A literatura tem relatado que concentrações plasmáticas de β -caroteno e vitamina
605 A estão diretamente e positivamente correlacionadas a índices reprodutivos positivos
606 (Trojačanec et al., 2012), visto que a deficiência de β -caroteno e vitamina A resultou em
607 duração prolongada do estro, ovulação retardada, desenvolvimento retardado do corpo
608 lúteo e maior incidência de cistos ovarianos resultando em baixas taxas de concepção e
609 abortos no início da gestação (Pethes et al., 1985). Por outro lado, há relatos de que a taxa
610 de concepção e a concentração plasmática de progesterona não foram influenciadas pela
611 injeção de β -caroteno (Gossen e oedemaker, 2005).

612 A principal função da vitamina A e do β -caroteno no organismo, e da qual derivam
613 a maior parte de seus efeitos, é a sua ação antioxidante. Assim, seu papel mais importante
614 é proteger o corpo dos radicais livres produzidos durante o metabolismo oxidativo normal
615 do corpo. Um radical livre é uma molécula (orgânica ou inorgânica), extremamente
616 instável e, portanto, com grande poder reativo que atua alterando a membranas celulares
617 e atacando o material genético das células (Quintela et al., 2008)

618 O organismo se adaptou para desenvolver um sistema antioxidante que o protege.
619 Quando há um desequilíbrio entre radicais livres e antioxidantes no organismo (glutathione
620 e glutathione peroxidase, vitamina A, E, β -caroteno, etc.), ocorre o chamado estresse
621 oxidativo (Kamiloglu et al., 2005). O excesso de espécies reativas de oxigênio
622 compromete a função celular causando falência de órgãos. A vitamina A e o β -caroteno,
623 apesar de atuarem em todos os processos oxidativos do organismo, parecem ter especial
624 relevância naqueles relacionados à reprodução (Rapoport et al., 1998; Young et al., 1995).

625 Com base nisso, podemos dizer que quando o animal não possui um nível
626 suficiente de antioxidantes, haverá um efeito negativo na reprodução. De acordo com Can
627 et al. (1986) e Puls (1994), os níveis normais de vitamina A estão entre 25 e 80 µg/dl,
628 enquanto os de β-caroteno estão entre 300 e 1200 µg/dL; de tal forma que, níveis de
629 vitamina A abaixo de 7 µg/dL ou de β-caroteno abaixo de 100 µg/dL, suporiam uma
630 deficiência grave, e níveis intermediários uma deficiência leve.

631 Existem muitas referências na literatura que relacionam os níveis de vitamina A e
632 β-caroteno, e sua suplementação, à função reprodutiva em vacas leiteiras (Trojačanec et
633 al., 2012; Aguiar-Zalzano et al., 2022; Kawashima et al., 2009). Porém os trabalhos
634 avaliando os resultados dessa suplementação em vacas de corte, criadas em sistemas
635 extensivos são escassos. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos da
636 suplementação com vitamina A sobre a concentração plasmática de progesterona,
637 diâmetro de folículo dominante, diâmetro e volume de corpo lúteo, e taxa de prenhez em
638 vacas de corte da raça Nelore, mantidas em pastagens.

639 ***MATERIAIS E MÉTODOS***

640 Este estudo foi conduzido de acordo com os padrões éticos aplicados à pesquisa
641 com animais e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade
642 Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) sob o protocolo nº 1.027/2019.

643 O trabalho foi dividido em 2 etapas, conforme segue:

644 ***Etapa 1 – Metabolismo***

645 ***Animais e tratamento***

646 O experimento foi conduzido na Fazenda Escola da Faculdade de Medicina
647 Veterinária e Zootecnia da UFMS, localizada em Terenos-MS, nas coordenadas
648 20°26'50.8"S, 54°50'21.5"O. Foram selecionadas 18 vacas multíparas da raça Nelore com
649 escore de condição corporal entre 4 e 6 e folículo dominante maior que 7,0 mm no início
650 do experimento. O estudo teve a duração de 41 dias, compreendendo o período de 11 dias
651 anteriores (d -11) a IA (d 0) e 30 dias após esta (d 30).

652 Os animais ficaram alojados em um único piquete de 12 ha formado com capim-
653 marandu [*Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich) R. D. Webster, cv. Marandu], com
654 livre acesso a água e suplemento mineral.

655 Os animais foram divididos em dois tratamentos:

656 - CON – Solução Salina (10 mL por animal aplicado via intramuscular);
657 - VITA – Suplemento injetável de vitamina A (10 mL por animal aplicado via
658 intramuscular).

659 A solução injetável de vitamina A apresentava em sua composição 200.000
660 UI/mL (Hipovita A[®], IBASA, Brasil). A fonte de vitamina A utilizada pelo composto
661 comercial era o palmitato de retinol.

662 Todas as vacas tiveram o estro sincronizado para IATF por um protocolo de 11
663 dias (d -11 ao d 0), sendo selecionados apenas animais que apresentaram folículo
664 dominante com diâmetro > 7 mm na data de início do protocolo de IATF. No dia -11 foi
665 administrado na forma injetável [intramuscular (IM)] 2,0 mg de benzoato de estradiol
666 (IM; Gonadiol[®]; Zoetis, São Paulo, Brasil) e foi realizada a inserção de dispositivo
667 intravaginal, de primeiro uso, contendo 1,9 g de progesterona (CIDR[®]; Zoetis, São Paulo,
668 Brasil). No d -2 foi realizada a remoção do dispositivo de progesterona, injeção de 12,5
669 mg de PGF_{2α} (IM; Lutalyse[®]; Zoetis, São Paulo, Brasil), 1,0 mg de cipionato de estradiol
670 (IM; ECP[®]; Zoetis, São Paulo, Brasil) e 300 UI de eCG (IM; Novormon[®]; Zoetis, São
671 Paulo, Brasil). No dia 0 todas as vacas foram inseminadas por um único inseminador e
672 com sêmen do mesmo touro Nelore.

673 Tanto a solução salina, quanto o suplemento de vitamina A foram aplicados no d-
674 11 do protocolo de IATF.

675 *Colheita das amostras e procedimentos analíticos*

676 As estruturas ovarianas foram avaliadas por ultrassonografia transretal (Mindray
677 DP 2200 VET com transdutor de 7,5 MHz, Shenzhen, China), sendo mensurados os
678 diâmetros (mm) do folículo dominante também no dia 0 (dia da inseminação) e do corpo
679 lúteo nos dias 0, 7, 14 e 21 após a inseminação. Ainda, no dia 30 após a inseminação foi
680 realizado o diagnóstico de gestação por ultrassonografia transretal (Mindray DP 2200
681 VET com transdutor de 7,5 MHz, Shenzhen, China).

682 A composição bromatológica das forrageiras foi avaliada por meio de colheitas
683 manuais, simulando o pastejo, em três momentos (d -11, 0 e 30) e, na sequência, foram
684 secas em estufa de ventilação forçada a 60°C por 5 dias, moídas em peneira de 1 mm,
685 formando uma única amostra composta e posteriormente analisada quimicamente.

686 O volume (cm³) do corpo lúteo foi calculado utilizando-se a fórmula para volume
687 da esfera [$V=4/3\pi(D/2)^3$ onde D é o máximo diâmetro (mm) do corpo lúteo (Cooke et
688 al., 2009)].

689 Foram realizadas avaliações do chute score (Cooke et al., 2017) e o escore de
690 condição corporal (ECC) (Herd e Sprott, 1986) nos dias -11 e 0 do período experimental
691 por um único avaliador para os tratamentos. O PC foi avaliado nos dias -11, 0, 7, 14 e 21
692 utilizando balança acoplada ao tronco de contenção. Nos dias -11, 0, 7, 14 e 21 foram
693 tomadas medidas de temperatura retal de cada animal no momento de entrada no tronco
694 de contenção.

695 Foram colhidas amostras de sangue na veia caudal mediana nos dias 7, 14 e 21
696 em tubos a vácuo (Vacutainer, Becton Dickinson, Franklin Lakes, NJ) utilizando tubos
697 contendo heparina sódica (10 mL) para obtenção do plasma e tubos contendo gel
698 separador e ativador de coágulo para a obtenção do soro.

699 Imediatamente após a colheita os tubos foram armazenados em caixa térmica com
700 gelo e, posteriormente, centrifugados a 1200 X g por 20 min. As amostras de soro e
701 plasma foram armazenadas em tubos tipo Eppendorf® a -80°C para posteriores análises
702 das concentrações de hormônios esteroides (progesterona).

703 A concentração de progesterona no soro foi determinada por meio de um
704 radioimunoensaio (RIA), utilizando-se kits comerciais Coat-A-Count (Diagnostic
705 Products Corporation, Los Angeles, CA, USA).

706 ***Etapa 2 – Desempenho reprodutivo***

707 ***Animais e tratamento***

708 Foram utilizadas 365 vacas da raça Nelore com escore corporal entre 2 e 6. Os
709 animais eram pertencentes a 3 diferentes fazendas: 1) Fazenda Campo Verde, localizada
710 no município de Jaraguari – MS, nas coordenadas 20°24'29.8"S, 54°05'25.3"O; 2)
711 Fazenda Água Fria, localizada no município de Corguinho – MS, nas coordenadas
712 19°48'58"S, 54°53'34"O; 3) Fazenda Escola da FAMEZ – UFMS, localizada no
713 município de Terenos – MS, nas coordenadas 20°26'50.8"S, 54°50'21.5"O. Os animais
714 de cada fazenda pertenciam ao mesmo lote, e permaneceram no mesmo piquete,
715 consumindo pastagens de capim-marandu [(*Urochloa brizantha* Hochst. ex A. Rich) R.
716 D. Webster, cv. Marandu]. O delineamento foi inteiramente casualizado e os animais
717 receberam os seguintes tratamentos:

- 718 - CON – Solução Salina (10 mL por animal aplicado via intramuscular);
- 719 - VITA – Suplemento injetável de vitamina A (10 mL por animal aplicado via
720 intramuscular).

721 A solução injetável de vitamina A apresentava em sua composição 200.000
722 UI/mL (Hipovita A[®], IBASA, Brasil). A fonte de vitamina A utilizada pelo composto
723 comercial era o palmitato de retinol.

724 As vacas foram sincronizadas com: D-11 - CIDR[®] (Pfizer Saúde Animal, Brasil)
725 + 2,0 mg de benzoato de estradiol (Estrogin[®], Farmavet, Brasil); D-4 - 12,5 mg de
726 dinoprost trometamina (Lutalyse[®], Pfizer Saúde Animal, Brasil); D-2 - 0,5 mg de
727 cipionato de estradiol (ECP[®], Pfizer Saúde Animal, Brasil) + retirada do CIDR[®]. D0 foi
728 realizada a inseminação. Os bezerros foram separados das vacas por 48h após a retirada
729 do CIDR[®], retornando imediatamente após a IA. No momento da inseminação foi
730 observado o ECC e anotado em uma escala de 1 a 9 (Herd e Sprott, 1986). O diagnóstico
731 de gestação foi realizado por ultrassonografia 30 dias pós-IATF.

732 A aplicação da vitamina A ou da solução salina foi feita 11 dias antes da realização
733 da IATF, associada ao início do protocolo.

734 ***Colheita das amostras e procedimentos analíticos***

735 A qualidade do pasto foi monitorada durante o experimento, por meio de colheitas
736 ao acaso, observando-se o hábito e a altura do pastejo através da metodologia de
737 simulação de pastejo descrita por Euclides (1992). As amostras dos pastos foram enviadas
738 ao Laboratório de Nutrição Animal da FAMEZ/UFMS para as análises de acordo com o
739 AOAC (2000): teor de Matéria Seca (MS), método 930.15; Proteína Bruta (PB), método
740 976.05; Matéria Mineral (MM), método 942.05; Extrato Etéreo (EE), método 920.39; e
741 Fibra em Detergente Neutro (FDN), de acordo com a metodologia de Van Soest et al.
742 (1991).

743 No dia 30 após a inseminação foi realizado o diagnóstico de gestação por
744 ultrassonografia transretal (Mindray DP 2200 VET com transdutor de 7,5 MHz,
745 Shenzhen, China).

746 ***Análises estatísticas***

747 Para todas as análises, o animal foi considerado a unidade experimental. Na etapa
748 1, o peso corporal, temperatura retal, folículo dominante, diâmetro e volume do corpo
749 lúteo e progesterona plasmática foram analisados usando o procedimento MIXED do
750 SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA, versão 9.4) e a taxa de prenhez usando o
751 procedimento GLIMMIX do SAS. Para ambos os procedimentos, a aproximação de
752 Satterthwaite foi utilizada para determinar os graus de liberdade do denominador para o

753 teste de efeitos fixos. Peso corporal, temperatura retal, diâmetro e volume do corpo lúteo
754 e progesterona plasmática foram analisados como medida repetida e testados para efeito
755 fixo de tratamento, dia e tratamento \times dia e usando vaca (tratamento) como efeito
756 aleatório e ECC obtido no d -11 como covariável. Os dados do tamanho do folículo
757 dominante e a taxa de prenhez foram analisados usando o tratamento como efeito fixo,
758 vaca (tratamento) como variável aleatória e ECC obtida no d -11 como covariável. Os
759 dados de PC e temperatura retal obtidos no d -11 foram incluídos como covariáveis em
760 cada análise respectiva. A estrutura de covariância autorregressiva de primeira ordem foi
761 selecionada por apresentar o menor valor no critério de informação de Akaike.

762 A taxa de prenhez na etapa 2 foi testada para efeito fixo de tratamento, usando
763 vaca como efeito aleatório e ECC obtido no d -11 como covariável. As médias foram
764 avaliadas usando PDIFF e todos os resultados foram relatados como LSMEANS seguido
765 por SEM. A significância foi definida quando $P \leq 0,05$, e tendência quando $P > 0,05$ e \leq
766 0,10.

767 **RESULTADOS**

768 ***Etapa - 1 Peso corporal, temperatura retal, tamanho de folículo dominante, diâmetro*** 769 ***e volume de CL, concentração plasmática de progesterona e taxa de prenhez.***

770 Os dados para peso corporal e temperatura retal estão apresentados na tabela 1.
771 Não houve diferença de peso corporal entre os tratamentos (CON = 416 kg; VITA = 416
772 kg; $p = 0,95$). Os animais que receberam vitamina A tiveram uma tendência a apresentar
773 maior temperatura retal 21 dias após a aplicação dos tratamentos (CON = $39,4 \pm 0,19$;
774 VITA = $39,9^\circ\text{C} \pm 0,19$; $p = 0,10$).

775 Os dados para tamanho de folículo dominante, diâmetro de corpo lúteo, volume
776 de corpo lúteo, concentração plasmática de progesterona e taxa de prenhez estão
777 apresentados na tabela 2. Os animais que receberam vitamina A apresentaram menor
778 diâmetro de corpo lúteo 21 dias após o tratamento, em comparação ao grupo controle
779 (CON = $18,7\text{mm} \pm 1,10$; VITA = $16,2\text{mm} \pm 1,10$; $p = 0,03$).

780 Não houve efeito de tratamento sobre o tamanho de folículo dominante (CON =
781 $14,8\text{mm} \pm 0,98$; VITA = $12,8\text{mm} \pm 0,98$; $p = 0,16$), volume de corpo lúteo (CON =
782 $3,58\text{mm} \pm 0,51$; VITA = $3,92\text{mm} \pm 0,51$; $p = 0,90$), concentração plasmática de

783 progesterona (CON = 7,15 ng/ml \pm 0,99; VITA = 8,26 ng/ml \pm 0,99; p = 0,44) nem sobre
784 a taxa de prenhez (CON = 100% \pm 10,4; VITA = 77,1% \pm 10,4; p = 0,13)

785 ***Etapa 2 - Taxa de prenhez.***

786 Os dados de taxa de prenhez da etapa 2 estão apresentados na tabela 4. Não houve
787 diferença significativa na taxa de prenhez geral entre os grupos vitamina A e controle.
788 Porém, quando os animais foram analisados de acordo com seu escore corporal, os
789 animais com escore entre 5 e 6, tratados com vitamina A, apresentaram uma tendência a
790 redução na taxa de prenhez em comparação ao grupo controle (VitA= 35,90% \pm 7,02;
791 Cont.= 51,90% \pm 7,02; p= 0,10). Já em animais com escore entre 2 e 4, não houve
792 diferença entre os tratamentos. (p= 0,88).

793 ***DISCUSSÃO***

794 O tratamento com Vitamina A injetável em vacas Nelores no início do protocolo
795 de IATF resultou em diminuição do diâmetro de corpo lúteo 21 dias após a IA. Essa
796 diminuição não era esperada, já que a vitamina A é um importante componente do sistema
797 antioxidativo do organismo, com especial relevância nos processos relacionados à
798 reprodução (Rapoport et al., 1998). Nossa hipótese era de que a aplicação de vitamina A
799 levaria a um incremento das substâncias antioxidantes, com consequente redução das
800 espécies reativas de oxigênio, proporcionando um maior desenvolvimento das estruturas
801 ovarianas, dentre elas o corpo lúteo.

802 Possivelmente, os animais do presente estudo não apresentavam deficiência
803 severa de Vit A e/ou β -caroteno. Pois segundo Trojačanec et al. (2012), a suplementação
804 de vacas da raça Holandesa que apresentavam problemas crônicos de fertilidade (falha
805 em mais de 4 inseminações) com vitamina A isoladamente ou associada com β -caroteno
806 resultou em aumento do tamanho do corpo lúteo apenas em animais com essa deficiência..
807 Os autores concluíram que a suplementação resultaria em resultado positivo sobre o
808 tamanho de corpo lúteo apenas em animais com severa deficiência de vitamina A e/ou β -
809 caroteno (Trojačanec et al., 2012).

810 A redução no diâmetro do CL observado no presente trabalho, pode ter sido
811 decorrente de uma reação inflamatória em resposta a aplicação do suplemento injetável.
812 Durante um processo inflamatório, muitas citocinas pró-inflamatórias encontram-se
813 aumentadas, como as interleucinas (IL) - 1, IL - 2, IL - 6, interferons, e fator de necrose
814 tumoral (TNF- α), e estas podem levar a alterações fisiológicas no ovário (Norman e

815 Brannstrom, 1996). Adashi (1990) relatou que a IL – 1 pode funcionar como inibidor da
816 luteinização intraovariana. As vacas do grupo que receberam vitamina A apresentaram
817 uma tendência a apresentar temperatura retal mais elevada em relação ao grupo controle,
818 também 21 dias após a IA. Essa observação reforça a teoria de que um processo
819 inflamatório foi causado pela aplicação do suplemento injetável de vitamina A, levando
820 a prejuízos na função ovariana.

821 Apesar da diminuição de diâmetro de CL observada no presente estudo, o volume
822 do mesmo, assim como a concentração plasmática de progesterona, tamanho de folículo
823 dominante e taxa de prenhez não foram influenciados pelos tratamentos. A barreira
824 hemato-folicular não permite que a vitamina A penetre no folículo. No entanto, o β -
825 caroteno sim é capaz de passar para o fluido folicular e sua conversão em vitamina A
826 ocorre já dentro do folículo (Perret et al. 1985). Como o suplemento utilizado no presente
827 estudo tinha como fonte a vitamina A na forma de palmitato de retinol, não foi possível
828 que a molécula chegasse ao ovário e desempenhasse a função esperada. Assim, acredita-
829 se que o β -caroteno tenha um papel importante na fertilidade das vacas, entrando no
830 ovário para atuar como percursos da vitamina A e para exercer funções independente da
831 conversão em retinol (Brief et al., 1985).

832 Os animais da etapa 2, com escore corporal entre 5 e 6, suplementados com
833 vitamina A, apresentaram tendência de redução na taxa de prenhez. O mesmo processo
834 inflamatório que resultou na diminuição do diâmetro de CL na etapa 1 do experimento,
835 pode ter levado a essa tendência de redução na taxa de prenhez na etapa 2. As vacas eram
836 criadas em sistemas extensivos de produção, com a dieta a base de forragens e
837 suplementação mineral adequada e contínua, não indicando que os animais apresentassem
838 alguma deficiência nutricional. Trojačanec et al. (2012) demonstraram que a
839 suplementação com β -caroteno melhorou o desenvolvimento do tecido lúteo, bem como
840 a produção de progesterona, apenas em animais com deficiência significativa de β -
841 caroteno ($171,825 \pm 1,039 \mu\text{g/dl}$). Além disso, estes mesmos autores concluíram que a
842 vitamina A em combinação com β -caroteno, apresentou melhor efeito sobre os
843 parâmetros reprodutivos do que quando administrada sozinha. Folman et al. (1983),
844 observaram que a suplementação com β - caroteno em animais com deficiência dessa
845 provitamina A (concentração menor que $50 \mu\text{g/dl}$ de sangue) melhorou a fertilidade, não
846 resultando em efeito positivo quando a concentração era maior que $150 \mu\text{g/dl}$.

847 O sistema de produção, e conseqüentemente o padrão de dieta dos animais, podem
848 ter grande influência na resposta a suplementação de vitamina A. O processo de
849 desidratação, ensilagem e fenação; resultou em perdas de 19%, 59% e 82%,
850 respectivamente, nas concentrações de β -caroteno (Kalac et al., 2013). Torsein et al.
851 (2018), observaram, que as concentrações sanguíneas de β -caroteno foram menores no
852 soro sanguíneo de animais alimentados com dietas com alta inclusão de silagem de milho.
853 Diante disso, por serem criadas em sistema extensivos de produção, com a dieta a base
854 de forrageiras frescas e acesso irrestrito e contínuo a suplementação mineral,
855 provavelmente as vacas do presente estudo apresentavam concentrações plasmáticas de
856 vitamina A dentro do exigido, e por isso não responderam à suplementação parenteral.

857 **CONCLUSÃO**

858 A suplementação injetável de vitamina A, não associada ao β -caroteno, resultou
859 em diminuição do diâmetro de corpo lúteo e aumento de temperatura retal em vacas da
860 raça Nelore criadas a pasto. Ainda, animais com escore corporal entre 5 e 6 tiveram uma
861 tendência a diminuição da taxa de prenhez quando suplementadas com a vitamina A no
862 início do protocolo de IATF.

863 **CONFLITO DE INTERESSE**

864 Os autores declaram não haver conflito de interesse

865 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 866 AGUIAR-ZALZANO, E.; ROJAS-BOURRILLON, A.; MURILLO-BARRANTES, J.
867 Efecto de la suplementación de β -caroteno en vacas lecheras sobre concentraciones
868 en sangre y calostro, reproducción y salud de la ubre. **Nutrición Animal Tropical**,
869 v. 16, n. 1, p. 53-81, 2022.
- 870 ADASHI, E. The potential relevance of cytokines to ovarian physiology: the emerging
871 role of resident ovarian cells of the white blood cell series. **Endocrinol. Rev.** v. 1,
872 p.454-64, 1990.
- 873 AOAC - ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of**
874 **Analysis. 12. ed. Washington**, p. 1094, 1990
- 875 ARIKAN, S., RODWAY, G. Seasonal variation in bovine luteal concentrations of β -
876 carotene. **Turk. J. Vet. Anim. Sci.** 25: 165-168, 2001.

- 877 BRIEF, S., CHEW B. Effects of vitamin A and β -carotene on reproductive performance
878 in gilts. **J Anim Sci**, v. 60, p. 998–1004, 1985.
- 879 CAN, R., YILMAZ, K., GUL, Y. Une recherche sur les quantites de beta-carotene et de
880 vitamine A plasmatiques chez les vaches infertiles. **Turk. J. Vet. Anim. Sci.** v.10:
881 p. 18-23, 1986.
- 882 COOKE, R. F.; ARTHINGTON, J. D.; AUSTIN, B. R.; YELICH, J. V. Effects of
883 acclimation to handling on performance, reproductive, and physiological responses
884 of Brahman-crossbred heifers. **Journal of Animal Sciences**, v. 87, p. 3403-3412,
885 2009.
- 886 COOKE, R. F.; SCHUBACH, K. M.; MARQUES, R. S.; PERES, R. F.; SILVA, L. G.;
887 CARVALHO, R. S.; CIPRIANO, R. S.; BOHNERT, D. W.; PIRES, A. V.;
888 VASCONCELOS, J. L. Effects of temperament on physiological, productive, and
889 reproductive responses in beef cows. **Journal of Animal Sciences**, v. 95, p. 1-8,
890 2017.
- 891 EUCLIDES, V. P. B. Avaliação de diferentes métodos de amostragem (para estimar o
892 valor nutritivo de forragens) sob pastejo. **Revista da Sociedade Brasileira de**
893 **Zootecnia**, v. 21, p. 691-702, 1992.
- 894 FOLMAN, Y., ROSENBERG, M., ASCARELLI, I., KAIM, M., HERZ, Z. The effect of
895 dietary and climatic factors on fertility, and on plasma progesterone and oestradiol-
896 17 beta levels in dairy cows. **J. Steroid Biochem.** v.19, p. 863-868, 1983.
- 897 GOSSEN, N., HOEDEMAKER, M. Effect of beta-carotene serum concentration on the
898 reproductive performance in dairy cows. **Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr.** v.
899 118, p. 326-333, 2005:
- 900 HERD, D.; SPROTT, L. S. Body condition, nutrition, and reproduction of beef cows.
901 Texas A&M Univ. Ext. Bull. 1526. **Texas A&M AgriLife Extension Service,**
902 **College Station, TX**, 1986.
- 903 KALÁČ, P. Revisión de: Carotenoides, ergosterol y tocoferoles en hierbas frescas y em
904 conserva y su transferencia a la grasa y los tejidos adiposos de la leche bovina.
905 **Journal of Agrobiology**, v. 29, p. 1–13, 2013.
- 906 KAMILOGLU, NN., BEYTUTE, GÜRBULAK, K., OGUN, M. Effects of vitamin A and
907 β -carotene injection on levels of vitamin E and on glutathione peroxidase activity
908 in pregnant tuj sheep. **Turk. J. Vet. Anim. Sci.** v. 29: p. 1033-1038, 2005.
- 909 KAWASHIMA, C.; KIDA, K.; SCHWEIGERT, F.; MIYAMOTO, A. Relationship
910 between plasma β -carotene concentration during the peripartum period and

911 ovulation of the first follicular wave postpartum in dairy cows. **Animal**
912 **Reproduction Science**, v. 111, p.105–111, 2009.

913 NORMAN, R., AND M. BRANNSTROM. Cytokines in the ovary: Pathophysiology and
914 potential for pharmacological intervention. **Pharmacol. Ther.** v. 69: p. 219-236,
915 1996.

916 PERRET, B., PARINAUD, J., RIBBES, H., MOATTI, J., PONTONNIER, G., CHAP,
917 H., DOUSTE-BLAZY, L. Lipoprotein and phospholipid distribution in human
918 follicular fluid. **Fert Steril**, v. 43, p. 405–409, 1985.

919 PETHES, G., HORVATH, E., KULCSAR, M., HUSZENICZA, G., SOMORJAI, G.,
920 VARGA, B., HARASZTI, J. In vitro progesterone production of corpus luteum
921 cells of cows fed low and high levels of betacarotene. **Zbl. Vet. Med.** p. 32, p. 289-
922 296, 1985.

923 PULS, R. Serum vitamin levels. **In: Vitamin levels in animal health. Edited by PULS**
924 **R., Canada, Sherpa International Publishing House.** p. 11-33, 1994.

925 QUINTELA, L., DIAZ, C., BECERRA, J., ALONSO, G., GRACIA, S., HERRADÓN,
926 Y. Papel del β caroteno y la vitamina A en la reproducción en el ganado vacuno:
927 revisión. **Información Técnica Económica Agraria.** v. 104: p. 399-410, 2008.

928 RAPOPORT, R., SKLAN, D., WOLFENSEN, D., SHAHAMALBALANCY. A.,
929 HANUKOGLU, I. Antioxidant capacity is correlated with steroidogenic status of
930 the corpus luteum during the bovine estrous cycle. **Biochim. Biophys. Acta.** v.
931 1380, p.133-140, 1998.

932 TORSEIN, M., A. LINDBERG, C. SVENSSON, S. KROGH JENSEN, C. BERG Y K.
933 PERSSON WALLER. α -Tocopherol and β -carotene concentrations in feed,
934 colostrum, cow and calf serum in Swedish dairy herds with high or low calf
935 mortality. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 60, n. 7, 2018.

936 TROJAČANEC, S.; BOBOŠ, S.; PAJIĆ, M. Influence of β -carotene and vitamin A
937 supplementation on the ovarian activity of dairy cows with chronic fertility
938 impairment. **Veterinarski Arhiv**, v. 82, p. 567-575, 2012.

939 VAN SOEST, P. **Nutritional ecology of the ruminant. O and B Books, Corvallis,**
940 **Oregon, USA**, p. 260-263, 1982.

941 VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral
942 detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition.
943 **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

944 YOUNG, F., LUDERER, W., RODGERS, R. The antioxidant β -carotene prevents
 945 covalente cross-linking between cholesterol side-chain cleavage cytochrome P450
 946 and its eléctron donor adrenodoxin in bovine luteal cells. **Mol. Cel. Endocrinol.**
 947 v.109: p. 113-118, 1995.

948 **Tabela 1**

949 Médias de peso corporal e temperatura retal de vacas Nelores suplementadas com uma
 950 única injeção intramuscular (10 mL/vaca) de solução salina ou vitamina A injetável (Vit
 951 A) 11 dias antes da IA (d -11; Exp. 1)

952

Item ^a	Tratamento ^b		EPM	P-value	
	Salina	Vit A		Trt. × dia	Trt.
Peso corporal, kg				0,22	0,95
d -11	424	423	6,71		
d 0	378	391	6,71		
d 7	415	414	6,71		
d 14	431	425	6,71		
d 21	433	426	6,71		
Média	416	416	5,77		
Temperatura Retal, °C				0,10	0,56
d -11	38,6	38,2	0,19		
d 0	39,2	39,5	0,19		
d 7	39,5	39,7	0,19		
d 14	39,6	39,8	0,19		
d 21	39,4 ^b	39,9 ^a	0,19		
Média	39,3	39,4	0,13		

953 ^bSolução salina consistia em 0.9% NaCl, enquanto a solução injetável de vitmina A
 954 apresentava 200.000 UI/mL em veículo aquoso (Hipovita A[®], IBASA, Brasil).

955 **Tabela 2**

956 Médias de tamanho de folículo dominante, diâmetro de corpo lúteo e volume de corpo
 957 lúteo), concentrações plasmáticas de progesterona e taxa de prenhez de vacas Nelores
 958 suplementadas com uma única injeção intramuscular (10 mL/vaca) de solução salina ou
 959 vitamina A injetável (Vit A) 11 dias antes da IA (d -11; Exp. 1)

960

Item ^a	Tratamento ^b		EPM	P-value	
	Salina	Vit A		Trt. × dia	Trt.
Estruturas ovarianas					
Tamanho do folículo dominante (d 0), mm	14,8	12,8	0,98	-	0,16
Diâmetro de CL, mm				0,03	0,95
d 7	20,1	20,9	1,10		
d 14	18,1	19,5	1,10		
d 21	18,7 ^a	16,2 ^b	1,10		
Média	19,0	18,9	0,92		
Volume de CL, mm ³				0,13	0,90
d 7	4,61	5,14	0,65		
d 14	3,29	4,03	0,65		
d 21	3,58	2,61	0,65		
Média	3,83	3,92	0,51		
Progesterona ng/mL				0,82	0,44
d 7	7,50	7,50	1,59		
d 14	6,81	8,46	1,59		
d 21	7,13	8,83	1,59		
Média	7,15	8,26	0,99		

970 ^aEscore de condição corporal (escala 1 - 9) avaliado no d -11, de acordo com Herd and
971 Sprott (1986).

972 ^bSolução salina consistia em 0.9% NaCl, enquanto a solução injetável de vitamina A
973 apresentava 200.000 UI/mL em veículo aquoso (Hipovita A[®], IBASA, Brasil).