

ELIZÂNGELA MÍRIAN MOREIRA

**Efeito da suplementação proteica no terço final da gestação de vacas Nelore associada a suplementação das crias em *creep-feeding* e o subsequente desempenho produtivo e reprodutivo das bezerras e/ou novilhas**

Pirassununga

2016

ELIZÂNGELA MÍRIAN MOREIRA

**Título do trabalho**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em 05/12/2016 da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

**Departamento:**

Nutrição e Produção Animal/VNP

**Área de concentração:**

Nutrição e Produção Animal

**Orientador:**

Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires

De acordo: \_\_\_\_\_

Orientador

São Paulo  
2017

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

### DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.3399  
FMVZ

Moreira, Elizangela Mírian

Efeito da suplementação proteica no terço final da gestação de vacas Nelore associada a suplementação das crias em *creep-feeding* e o subsequente desempenho produtivo e reprodutivo das bezerras e/ou novilhas / Elizangela Mírian Moreira. -- 2016. 62 f. : il.

Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga, 2016.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.

Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires.

1. Peso. 2. Puberdade. 3. Prenhez. I. Título.

**CERTIFICADO**

Certificamos que a proposta intitulada "Efeito do manejo nutricional de vacas nelore no terço final da gestação sobre a programação fetal e o subsequente desempenho de suas crias.", protocolada sob o CEUA nº 8190111114, sob a responsabilidade de **Alexandre Vaz Pires** e equipe; *Elizângela Mirian Moreira* - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ) na reunião de 25/02/2015.

We certify that the proposal "Effect of nutritional management of Nelore cows in the final third of pregnancy on fetal programming and the subsequent performance of their offspring.", utilizing 350 Bovines (350 females), protocol number CEUA 8190111114, under the responsibility of **Alexandre Vaz Pires** and team; *Elizângela Mirian Moreira* - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science (University of São Paulo) (CEUA/FMVZ) in the meeting of 02/25/2015.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa**

Vigência da Proposta: de **julho/1** a **maio/15**

Área: **Nutrição E Produção Animal**

Origem: **Não aplicável biotério**

Espécie: **Bovinos**

sexo: **Fêmeas**

idade: **a**

N: **350**

Linhagem: **Nelore**

Peso: **a**

Resumo: O presente projeto de pesquisa tem como objetivos avaliar os efeitos da suplementação proteica pré parto no terço final da gestação e da suplementação das crias no [creep feeding] sobre o desempenho produtivo (ganho de peso) dos machos até o abate e das fêmeas avaliar o desempenho produtivo (ganho de peso) e reprodutivo (idade a puberdade e taxa de prenhez aos 27 meses, final da estação de monta). Serão utilizadas 350 vacas da raça Nelore. As vacas serão inseminadas ou cobertas com touros de diferentes linhagens. Noventa dias antes do parto as vacas serão distribuídas em dois tratamentos (com 03 lotes cada, de acordo com idade da gestação) tendo como: grupo controle (G1) [ ] sem suplementação proteica, fornecimento de mistura mineral à vontade e um grupo de suplementação (G2) [ ] suplementação proteica (0,5 kg de farelo de soja (48,3% de PB) + 0,06 kg de mistura mineral e 0,05 kg de cloreto de sódio). A suplementação das vacas no terço final de gestação corresponde a Fase I do período experimental. Após o encerramento do período de partos, as vacas de cada tratamento serão distribuídas em dois novos tratamentos compondo 04 tratamentos na Fase II do experimento, a qual corresponde à suplementação das crias. Os tratamentos aos quais as crias serão submetidas: Tratamento I - suplementação em [creep-feeding] e Tratamento II (controle) - sem acesso ao [creep-feeding]; estes compostos por 03 lotes de vacas e crias formados em função da data de parição. O [período de suplementação em [creep-feeding]] terá início 30 dias após o nascimento das crias e o término da suplementação corresponderá à data da desmama. Durante a Fase II, as vacas serão submetidas a tratamento hormonal para indução da ovulação e inseminadas (IATF). Após a desmama as bezerras e os bezerrões ficarão em lotes separados, formando 03 lotes de acordo com a data da desmama. As bezerras serão pesadas a cada 02 meses e ao completarem 12 meses de idade serão avaliadas por ultrassonografia com intervalo de 10 dias para detectar a presença de corpo lúteo (Cl) no ovário e assim determinar a porcentagem de novilhas que estejam ciclando. Aos 14 meses de idade no início da estação de monta (primeira) que terá a duração de 90 dias as novilhas serão submetidas o outro exame ultrassonográfico com intervalo de 10 dias. No meio da estação de monta e 30 dias após, as novilhas serão pesadas e submetidas a diagnóstico de gestação por ultrassonografia para diagnóstico de prenhez. As novilhas que não estiverem prenhas continuarão sendo pesadas e avaliadas por ultrassonografia a cada 02 (dois) meses para determinação da ciclicidade. Aos 24 e 25 meses de idade as novilhas serão novamente avaliadas para determinação da ciclicidade com intervalo de 10 dias e aos 26 meses de idade serão colocadas com os touros (janeiro a março, segunda estação de monta). Trinta dias após a estação de monta todas as novilhas serão submetidas ao diagnóstico de gestação através do exame ultrassonográfico. Os machos aos 20 meses de idade serão terminados no confinamento e abatidos em torno dos 24 meses de idade. Os dados obtidos durante todo o experimento serão analisados utilizando Proc GLM e Proc Glimmix do pacote estatístico SAS (2002).

Local do experimento:

## FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: MOREIRA, ELizângela Mírian

Título: Efeito da suplementação proteica no terço final da gestação de vacas Nelore associada a suplementação das crias em *creep-feeding* e o subsequente desempenho produtivo e reprodutivo das bezerras e/ou novilhas

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências

DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### BANCA EXAMINADORA

Prof.Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof.Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof.Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof.Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof.Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento: \_\_\_\_\_

A minha filha Maria Ilídia e aos meus pais, lá na roça, dedico esta conquista

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo discernimento e sabedoria e por poder contar com pessoas especiais, as quais contribuíram muito para a finalização desse trabalho.

À minha filha Maria Ilídia, companheira no corre-corre do cotidiano e pela sua existência.

Aos meus pais, pelas orações e apoio.

À minha madrinha, respeito, amizade e gratidão.

Ao prof. Dr.<sup>o</sup>. Alexandre Vaz Pires, pela oportunidade, apoio e paciência; lhe tenho muito respeito e eternamente serei grata.

À prof. Dr.<sup>a</sup>. Ivanete Susin, pela atenção, simpatia e respeito.

Ao Delci e Filipe, os quais deram início a este trabalho.

Ao pai da minha filha, José Alípio, agradeço pelo incentivo a busca do conhecimento e pelo apoio durante a parceria.

Ao José Renato, Laíse e funcionários da Fazenda Figueira (Estação Experimental Agrozootécnica *Hildegard Georgina Von Pritzelwiltz*), o meu muito obrigado.

Aos amigos do LNRA, SIPOC e Departamento de Zootecnia: os quais recebi apoio profissional e pessoal: Fernanda Lavínia, Ana Paula, Thais, Renato Gentil, Marquinhos, Daniel Polizel, Rodrigo Araújo, Vinícius Gouvea, Pedro Leopoldo, Marcelo, Ângelo, Marcão, Evandro, Nesquik, Nathália, Marília, Monique, Louise, Paraíba, Fernanda Batistel, Jonas, Aníbal, Helen, Raquel, Alexandre, Analisa, Gabi, Greiciele, José Paulo, Renan, Rabicó. Gratidão Eterna

Aos funcionários e suas famílias, Sr. Roberto, Sr. Marcos Polizel, Joseval, Adilson, Dona Ilda, Danilo e Luciana pela amizade e respeito.

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ-USP) e ao Departamento de Nutrição e Produção Animal (VNP), pela oportunidade ao ingresso no curso de Doutorado.

As secretárias do departamento de Zootecnia (ESALQ), e ao João Paulo (VNP/FMVZ).

Ao CNPq pelo financiamento do projeto (processo 475.984/2013-7).

À Capes, obrigada pela bolsa de estudo.

## RESUMO

MOREIRA, E. M. **Efeito da suplementação proteica no terço final da gestação de vacas Nelore associada a suplementação das crias em *creep-feeding* e o subsequente desempenho produtivo e reprodutivo das bezerras e/ou novilhas.** [Effect of protein supplementation on Nelore cows in the last trimester of gestation related to calves supplementation in ``*creep-feeding*`` system and the next productive and reproductive performance in calves and/or heifers]. 2016. 71 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da suplementação proteica no terço final da gestação de vacas Nelore e das bezerras em *creep-feeding* sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de bezerras e novilhas. Para tanto, foi utilizado um arranjo fatorial (2X2), sendo o fator I a suplementação das vacas no terço final de gestação (n=350) e o fator II a suplementação das bezerras em *creep-feeding* (n=153). No terço final da gestação, as vacas foram suplementadas com 0,5 kg de farelo de soja, e as bezerras foram suplementadas em *creep-feeding* a partir dos 30 dias após o nascimento até a desmama, aos 6,38 meses de idade. O período experimental compreendeu do terço final da gestação até os 30 meses de idade. Não houve interação entre as estratégias de suplementação sobre o peso corporal (P=0,66) e ECC (P=0,58) das vacas, e sobre o peso corporal (P=0,62) e GMD (P=0,73) das bezerras dos 1,2 até 26,0 meses. Da mesma forma, não houve efeito da suplementação das vacas (P=0,98) e das bezerras em *creep-feeding* (P=0,78) sobre o peso das bezerras. Entretanto, a suplementação das vacas influenciou pontualmente o peso das novilhas aos 24,9 meses, sendo que as novilhas filhas de vacas suplementadas foram mais pesadas (P=0,040). A taxa de puberdade aos 12,5 (P=0,31) e 24,9 (P=0,75) meses e a taxa de prenhez aos 18,7 (P=0,86) e 26,0 (P=0,36) meses não foram influenciados por nenhuma das estratégias nutricionais. No entanto, houve interação entre a suplementação das vacas e das bezerras em *creep-feeding* sobre a taxa de prenhez aos 30 meses de idade, sendo que novilhas filhas de vacas suplementadas no terço final da gestação e que foram suplementadas em *creep-feeding* apresentaram maior taxa de prenhez (92%, P=0,019) quando comparadas com novilhas que receberam apenas um dos dois tipos de suplementação. A associação entre suplementação materna no terço final



de gestação e a suplementação na fase de cria (*creep-feeding*) não impactaram sobre o peso corporal, GMD, taxa de puberdade das novilhas.

Palavras-chave: Peso. Puberdade. Prenhez.

## ABSTRACT

MOREIRA, E. M. **Effect of protein supplementation on Nelore cows in the last trimester of gestation related to calves supplementation in ``creep-feeding`` system and the next productive and reproductive performance in calves and/or heifers.** [Efeito da suplementação proteica no terço final da gestação de vacas Nelore associada a suplementação das crias em *creep-feeding* e o subsequente desempenho produtivo e reprodutivo das bezerras e/ou novilhas]. 2016. 71 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

The objective of this study was to evaluate the influence of dam supplementation on least trimester of gestation of Nelore cows and creep-feeding supplementation on productive and reproductive performance of heifers. For this purpose, a factorial arrangement (2X2) was used, which the factor I was dam supplementation of cows in the least trimester of gestation (n = 350) and the factor II was creep-feeding supplementation (n = 153). Cows were supplemented with 0.5 kg of soybean meal by 90 days before partum, and the female calves were supplemented in creep-feeding from 30 days after birth until weaning at 6.38 months of age. The experimental period comprised the least trimester of gestation up to 30 months of age. There was no interaction between supplementations on body weight (P = 0.66) and BCS (P = 0.58) of cows, and on body weight (P = 0.62), and ADG (P = 0.73) of heifers from 1.2 to 26.0 months. In the same way, there was no effect of dam supplementation (P = 0.98), and creep-feeding (P = 0.78) on body weight of heifers. However, dam supplementation exerted punctual influence on body weight of heifers at 24.9 months of age, when heifers that dam were supplemented were heavier (P = 0.040). The reproductive parameters such puberty rate at 12.5 (P = .31) and 24.9 (P = 0.75) months and the pregnancy rate at 18.7 (P = 0.86) and 26.0 (P = 0.36) months were not influenced by any nutritional strategies. However, there was interaction between supplementations on the pregnancy rate at 30 months of age, which heifers from cows that received supplement on least trimester of gestation and were submitted to creep-feeding showed higher pregnancy rate (92%, P = 0.019) than heifers who received only one of two types of supplementation. The association between dam supplementation and creep-feeding did not affect body weight, ADG, and puberty onset in Nelore heifers.

Keywords: Weight. Puberty. Pregnancy.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Efeitos da nutrição materna no desenvolvimento do músculo esquelético fetal bovino.....	23
Figura 2 - Dados meteorológicos do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), município de Londrina, referente ao período experimental.....	33
Figura 3 - Distribuição dos animais nos tratamentos durante a Fase I (VNS= Grupo Controle; VS= Vacas suplementadas) Fase II (BS e BNS/Amamentação) e Fase III (Fase Pós Desmama).....	34
Figura 4 - Peso corporal (kg) das vacas de acordo com a suplementação proteica no terço final da gestação.....	39
Figura 5 - Peso corporal (kg) das vacas de acordo com a suplementação das bezerras em <i>creep-feeding</i> .....	40
Figura 6 - Escore de condição corporal (ECC) das vacas de acordo com a suplementação proteica no terço final da gestação.....	41
Figura 7 - Escore de condição corporal (ECC) das vacas de acordo com a suplementação das bezerras em <i>creep-feeding</i> .....	42
Figura 8 - Consumo do suplemento em <i>creep-feeding</i> pelas bezerras 30 dias após o nascimento até idade a desmama.....	43
Figura 9 - Peso corporal (kg) das bezerras de acordo com a suplementação proteica das vacas no terço final da estação.....	44
Figura 10 - Peso corporal (kg) das bezerras de acordo com a suplementação em <i>creep-feeding</i> .....	45
Figura 11 - Evolução do ganho médio diário (GMD) das bezerras independente das suplementações.....	46
Figura 12 - Proporção cumulativa (%) de novilhas que atingiram a puberdade de acordo com a suplementação materna no terço final da gestação.....	47
Figura 13 - Proporção cumulativa (%) de novilhas que atingiram a puberdade de acordo com a suplementação em <i>creep-feeding</i> na fase de cria .....	47
Figura 14 - Porcentagem de prenhez (%) das novilhas aos 18, 26 e 30 meses de idade de acordo com a suplementação materna e suplementação das bezerras na fase de cria ( <i>creep-feeding</i> ).....	48

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Teores de garantia do suplemento (Bell Peso Creeper, Bellman, Brasil) utilizado no <i>creep-feeding</i> .....	35
Tabela 2- Composição bromatológica das pastagens na estação seca e chuvosa (% MS) .....	37

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Programação Fetal</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>Organogênese fetal</b> .....	<b>19</b>
<b>2.3</b>	<b>Desenvolvimento muscular e peso ao nascimento</b> .....	<b>21</b>
<b>2.4</b>	<b>Suplementação proteica de vacas de corte</b> .....	<b>24</b>
2.4.1	Conseqüências da nutrição materna deficiente durante o terço final da gestação sobre o desempenho das crias.....	26
<b>2.5</b>	<b>Período pós-parto</b> .....	<b>28</b>
2.5.1	Estratégias nutricionais para a produção de animais precoces.....	28
2.5.2	Manejo nutricional na fase de cria ( <i>creep-feeding</i> ).....	29
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO I - Efeito da nutrição no terço final da gestação de vacas (Programação fetal) e da fase de cria (<i>creep-feeding</i>) sobre o desempenho produtivo e reprodutivo (puberdade) em novilhas Nelore</b> .....	<b>31</b>
<b>3.1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>31</b>
<b>3.2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>32</b>
<b>3.3</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>38</b>
3.3.	Desempenho das Vacas.....	38
3.3.2	Consumo do suplemento pelas bezerras em sistema de <i>creep-feeding</i> .....	42
3.3.3	Desempenho das bezerras.....	43
3.3.4	Parâmetros reprodutivos das novilhas.....	46
<b>3.4</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>48</b>
<b>3.5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>51</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Em sistemas de produção de gado de corte, a maior parte dos nutrientes obtidos pelos animais é oriunda das forragens. De maneira geral, as forragens tropicais cultivadas no Brasil apresentam baixo valor nutricional, principalmente na estação seca do ano, e podem ser inadequadas para garantir a nutrição ideal para o crescimento, prenhez e lactação, sem que se forneçam nutrientes suplementares (MILFORD; MINSON, 1965; EUCLIDES, 1995).

A produtividade animal em regiões tropicais, em determinadas épocas do ano, é menor quando comparada à de regiões temperadas (MINSON, 1990). A composição nutricional dos alimentos produzidos sob condições tropicais é diferente da dos alimentos obtidos em regiões de clima temperado (VAN SOEST, 1994). De acordo com Barbehenn e Bernays (1992), as forragens de regiões temperadas possuem menor quantidade de carboidratos estruturais, mais proteína bruta e menos fibra.

Durante o período seco do ano, as forrageiras decrescem rapidamente em digestibilidade, caracterizadas por elevado teor de fibra indigestível e baixo teor de proteína bruta (6 a 7%), o que acarreta perdas de peso aos animais, constituindo o principal fator limitante à produção (LENG, 1984; REIS et al., 2009). Por outro lado, no período de chuvas, embora as pastagens não sejam consideradas deficientes em proteína bruta, os ganhos de peso obtidos estão aquém daqueles observados em condições similares nas regiões temperadas, e essa discrepância pode ser em parte atribuída à alta degradabilidade da proteína bruta da forragem tropical, o que provoca perda excessiva de compostos nitrogenados no ambiente ruminal na forma de amônia, gerando déficit proteico em relação às exigências para manutenção e ganhos elevados (POPPI; MCLENNAN, 1995).

Ao inferir sistemas produtivos visando aumento da produtividade, levando em consideração a sazonalidade da produção de forragem, mecanismos alternativos de suplementação ou alimentação devem ser delineados para atender as necessidades dos animais no período de escassez de forragens, principalmente quando o objetivo é trabalhar com pecuária de ciclo curto, em que ocorre a antecipação da inclusão de novilhas aos sistemas de acasalamento e/ou redução da idade ao abate dos machos (REIS et al., 2009).

Esse cenário proporciona uma imensa janela de oportunidades para desenvolvermos e explorarmos estratégias nutricionais que possam melhorar as taxas de crescimento e, conseqüentemente, a função reprodutiva do rebanho.

A suplementação de nutrientes pode não ocorrer para vacas durante o início até o meio da gestação, pois os nutrientes necessários para manter o crescimento e desenvolvimento do feto são menores, especialmente quando comparado ao terço final de gestação (BELLOWS et al., 1971), que é a fase em que há o maior crescimento do feto e demanda nutricional, sendo assim de grande importância a inclusão de suplementos na dieta.

A programação fetal, também chamada de programação do desenvolvimento, é o conceito de um estímulo materno através da dieta sobre o desempenho e crescimento do feto, os quais estão relacionados aos efeitos do ambiente uterino através de modificações epigenéticas, controladas em parte pela disponibilidade de alguns nutrientes da dieta (WU et al., 2006). As modificações epigenéticas são modificações fenotípicas herdáveis sem alterações na seqüência do DNA, ou seja, informações carregadas pelo código genético não vinculadas ao DNA (COSGRAVE; WOLBERGER, 2005). Segundo Goldberg et al. (2007), é uma ponte entre o genótipo e o fenótipo, já que estímulos externos podem variar a expressão do genoma.

Segundo Edwards et al. (2005) o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA) de fetos pode ser alterado pela restrição materna de nutrientes durante a gestação, e de acordo com Du et al. (2010), os estágios do desenvolvimento fetal fornecem uma única ou talvez a melhor janela de oportunidades para o manejo nutricional e de manipulação da dieta, o que pode exercer efeitos a longo prazo sobre o desempenho e crescimento da prole.

Durante o desenvolvimento fetal há uma quantidade abundante de células pluripotentes no músculo, as quais, quando expostas a nutrientes, tal como aminoácidos derivados a partir da circulação materna, permitem a promoção potencial da miogênese e adipogênese no músculo fetal (ZHU et al., 2006). Além do seu papel como depósito de energia, o tecido adiposo é considerado um órgão endócrino, devido a sua função de secretar hormônios que regulam o balanço energético corporal (DU et al., 2012)

Foi relatado que os efeitos da programação fetal sobre a saúde de bezerros e cordeiros em resposta à suplementação proteica das mães ocorrem a partir do

meio da gestação (BOLAND et al., 2006) e que a suplementação protéica no terço final da gestação pode aumentar o peso ao nascimento da cria e alterar o crescimento muscular fetal (GREENWOOD et al., 2004).

Após o primeiro mês de lactação, o volume ingerido de leite não supre a quantidade de nutrientes necessários para o crescimento ideal do bezerro (OLIVEIRA et al., 2007). Dessa forma, esta deficiência deverá ser suprida pela inclusão de ração concentrada e/ou pastagens de boa qualidade (BARBOSA, 2003). A prática da suplementação para bezerras (os) de corte por meio de *creep-feeding* tem por finalidade compensar a quantidade de leite produzida pela mãe e intensificar o sistema de produção, com intuito de antecipar a idade ao abate (RESTLE et al., 2005) como também a redução da idade a puberdade, mecanismo relacionado com efeito do imprinting metabólico causado pelo acelerado ritmo de crescimento ao redor dos 3 até os 7 meses de idade (GASSER et al., 2006a; DAY et al., 2010).

Pacola et al. (1989) estudaram os efeitos da suplementação em *creep-feeding* sobre o peso à desmama de bezerros Nelore e observaram que a suplementação dos bezerros, que deu início aos 60 dias de idade até aos 122 dias, resultou em efeito favorável sobre o peso à desmama.

Diante desse contexto, torna-se necessário verificar os possíveis efeitos da suplementação proteica no terço final da gestação de vacas Nelore e da suplementação em *creep-feeding* na fase de cria sobre o crescimento e desempenho produtivo e reprodutivo das crias.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Programação Fetal

A programação fetal pode ser entendida como o resultado de mudanças específicas nos mamíferos durante o desenvolvimento intra-uterino, que alteram quantitativamente e qualitativamente a trajetória do crescimento fetal, com reflexos que persistem por toda vida do animal (DUARTE et al., 2012). Tal conceito pode ser entendido como o processo que inclui a origem fetal do desempenho ao crescimento pós-natal, pois o processo depende da eficiência das transformações metabólicas dos nutrientes que são influenciadas por perturbações metabólicas, endócrinas e cardiovasculares (WU et al., 2006).

Nos anos de 1944 e 1945, Dr. David Barker realizou estudos epidemiológicos, em que as forças alemãs de ocupação fizeram com que a população da Holanda Ocidental passasse fome. As mulheres grávidas, quando liberadas, receberam dietas adequadas e seus bebês nasceram com peso normal, mas com problemas de saúde, como por exemplo: resistência à insulina, intolerância à glicose ou diabetes tipo 2, com uma taxa mais elevada do que a população controle no mesmo país (BARKER et al., 1993; GODFREY; BARKER, 2000). Esses autores estudaram os registros de nascimento no Reino Unido e Europa, relacionando diferentes casos de estresse materno com as características físicas ao nascimento e com a subsequente saúde ao longo da vida.

Segundo Thomas e Kott (1995), os estímulos maternos durante o desenvolvimento fetal influenciam as respostas fisiológicas do feto, assim como o seu crescimento e saúde pós-natal. Usualmente, estes estímulos são oriundos da nutrição materna e, como a produção de ruminantes ocorre basicamente em condições de pastejo, as fêmeas gestantes podem experimentar prolongados períodos de subnutrição durante as diferentes fases da gestação.

A maior parte do desenvolvimento do organismo ocorre durante os períodos embrionários, fetal e neonatal e, baseado neste fato, tem sido avaliadas formas de manejar os animais nesses períodos, buscando aumentar a produtividade durante sua vida útil. A "expressão metabólica" é o termo comumente utilizado para

descrever as respostas do organismo a condições nutricionais específicas que ocorrem durante um limitado período de susceptibilidade durante a fase neonatal, e estas respostas podem alterar a fisiologia e o metabolismo do organismo a longo prazo. Os principais mecanismos pelos quais a expressão metabólica atua são sob alterações na quantidade e, no tamanho das células e efeitos epigenéticos (PATEL; SRINIVASAN, 2011).

O aumento de fatores nutricionais, tais como aminoácidos, tem grande implicação na programação fetal, estando relacionado à metilação do nucleotídeo citosina (C) da seqüência da citosina-guanina (CG) do DNA sobre a influência das enzimas DNAs metiltransferase (NAFEE et al., 2007), a qual requer metionina para o seu funcionamento. Outro aminoácido implicado na programação fetal é a arginina, que é precursora para os grupos das poliaminas, moléculas que regulam a expressão gênica, síntese de DNA e proliferação celular, sendo que a deficiência de poliaminas pode afetar o crescimento e desenvolvimento durante o período fetal e pós-natal (FUNSTON; LARSON; VONNAHME, 2010).

Galdos-Riveros et al. (2015) avaliaram 54 embriões bovinos em diferentes idades gestacionais, com o objetivo de se obter informações para aumentar a produtividade dos animais. Os autores observaram que há uma seqüência de eventos que fazem parte do desenvolvimento do saco vitelino em relação aos nutrientes e metabólitos importantes para o crescimento e desenvolvimento do embrião. Adicionalmente, Vonnahme et al. (2007) observaram que, se houver uma restrição de nutrientes para a mãe durante a gestação, dependendo do momento de ocorrência e de sua duração, poderá haver interferência na vascularização capilar, perfil angiogênico e função vascular da placenta de bovinos e ovinos, o que, por sua vez, influenciará na capacidade do feto em atingir todo o seu potencial genético.

Além disso, os mesmos autores observaram que vacas com restrição de nutrientes a partir do dia 30 até o dia 125 de gestação tiveram uma diminuição no peso total do placentoma no dia 125, quando comparadas com vacas sem restrição de nutrientes, e esta diminuição no peso total do placentoma foi observada até o dia 250 de gestação, mesmo depois de uma realimentação. Isto pode ser explicado pelo fato de que a vascularização preferencial das carúnculas inicia-se em torno dos 90 dias de gestação, com aumento acentuado do fluxo sanguíneo e da densidade vascular aos 120 dias (FORD, 1999). De acordo com Reynolds e Redmer (2001), o

bom estabelecimento da arquitetura vascular é essencial para a vaca suportar o crescimento exponencial do feto no terço final da gestação.

Neste sentido, com o objetivo de entender melhor os impactos da nutrição materna, em especial da proteína, sobre o fluxo sanguíneo útero-placentário e o desenvolvimento vascular placentário em ovelhas, alguns pesquisadores analisaram dietas isocalóricas, com diferentes teores de proteína. Os resultados de estudos indicaram que animais que consumiram dietas com teores adequados de proteína (11% de PB) tiveram seus fetos mais pesados no dia 130 de gestação, quando comparados aos fetos de ovelhas que consumiram dieta com baixo teor de proteína (2,76% de PB), sem que houvesse diferença no peso da placenta. Concomitantemente, os autores avaliaram o fluxo sanguíneo no útero e observaram que as ovelhas que consumiram dieta com adequado teor de proteína (11% de PB) tiveram uma diminuição no fluxo sanguíneo uterino, quando comparadas com as ovelhas que receberam dieta com baixo teor de proteína (CAMACHO et al., 2010).

## **2.2 Organogênese fetal**

A organogênese consiste no processo de formação dos órgãos e tecidos corporais do feto. Neste sentido, Galbos et al., (2015), ao avaliarem 54 embriões bovinos, observaram que, aos 25 dias de gestação, o embrião apresenta a forma de C, o qual consiste de um pedículo embrionário, tubo neural, somitos, protrusão do coração, arco mandibular, neuroporos cranial e caudal e o estomodeu. Aos 29 dias de gestação, ocorre a formação dos membros anteriores e arcos faríngeos são facilmente identificados, como também a região do cérebro, somitos e a área do coração. Aos 37 dias, observa-se a formação dos membros posteriores, da região anterior do cérebro, da curvatura cervical e da medula, cordão umbilical e cavidade oral, como também a pigmentação da retina, seguida pelo desenvolvimento de outros órgãos, tais como pâncreas, fígado, adrenais, pulmões, tireóide, baço, cérebro, timo e rins (GALBOS et al., 2015).

Aproximadamente aos 45 dias, os testículos desenvolvem-se, enquanto que o desenvolvimento dos ovários se dá entre os dias 50 e 60 de gestação, e o primeiro

trimestre da gestação coincide com o pico do número de folículos e oócitos nos ovários fetais (ERICKSON, 1966).

De acordo com Russe (1983), Tanaka et al. (2001) e Fortune (2003), há alguns fatores que afetam a formação da reserva folicular ovariana, o que ocorre ainda durante a vida fetal, especialmente dos dias 90 aos 140 de gestação. Entre estes fatores, pode-se destacar o efeito da nutrição materna na formação das reservas foliculares na progênie.

Mossa et al. (2009) trataram vacas com restrição para 60% da exigência energética de manutenção, pouco antes da concepção até o fim do primeiro trimestre da gestação, e observaram que, embora o peso da prole tenha permanecido inalterado ao nascimento, a quantidade de folículos antrais e as concentrações circulantes do hormônio Anti-Mülleriano (AMH) em bezerras nascidas de vacas subnutridas foram menores (60%), em comparação com as bezerras nascidas de vacas nutridas adequadamente. Como as concentrações de AMH e a quantidade de folículos antrais são positivamente correlacionados com o tamanho da reserva folicular ovariana (IRELAND et al., 2008), esses resultados sugerem que a nutrição materna durante a prenhez pode ter um papel importante na regulação do tamanho da reserva folicular ovariana e, conseqüentemente, na fertilidade futura destas fêmeas. De fato, novilhas nascidas de vacas que foram submetidas à suplementação proteica durante o terço final da gestação tiveram taxa de prenhez aumentada, quando comparadas com as novilhas filhas de vacas não suplementadas (MARTIN et al., 2007). Funston et al. (2010), ao analisarem um grupo de vacas suplementadas no terço final da gestação e outro de vacas não suplementadas em pastagens de inverno, observaram que novilhas filhas de vacas suplementadas tenderam a ser mais jovens à puberdade, quando comparadas com novilhas filhas de vacas que não receberam suplementação proteica.

### 2.3 Desenvolvimento muscular e peso ao nascimento

O crescimento e o desenvolvimento do feto são acontecimentos biológicos complexos influenciados pela genética, epigenética e maturidade materna, bem como fatores ambientais (REDMER et al., 2004). Esses fatores afetam o tamanho e a capacidade funcional da placenta, a transferência utero-placentar de nutrientes e de oxigênio da mãe para o feto, a disponibilidade de nutrientes para o conceito, o ambiente endócrino fetal e as vias metabólicas (FOWDEN et al., 2005; REYNOLDS et al., 2005). Sendo assim, o período fetal é crítico para o desenvolvimento dos músculos (GLORE; LAYMAN, 1983; GREENWOOD et al., 2000; NISSEN et al., 2003), pois não há aumento no número de fibras musculares após o nascimento.

Wu et al. (2006) observaram que a restrição alimentar durante os estágios iniciais da gestação pode levar a uma redução na deposição de tecido muscular e adiposo, bem como no desempenho da cria. Entretanto, insultos nutricionais durante os estágios finais da gestação têm um impacto mais profundo sobre o crescimento do músculo fetal, quando comparado com aqueles que ocorrem no início da gestação (ZHU et al., 2006).

A formação do tecido muscular envolve a ativação, proliferação e diferenciação de várias linhagens de células miogênicas que dependem da expressão e atividade de fatores de transcrição, conhecidos como fatores de regulação miogênica (MRF). Os fatores de transcrição são capazes de transformar células não musculares em células com fenótipo muscular (PAULINO; DUARTE, 2013). Sendo assim, se houver um comprometimento das células miogênicas do mesoderma durante o desenvolvimento embrionário, não haverá ativação dos fatores de transcrição.

De acordo com Paulino e Duarte (2013), a formação das fibras musculares ocorre a partir de dois eventos distintos no período gestacional. Primeiramente, ocorre a formação das miofibras primárias durante os dois primeiros meses da gestação (Figura 1). Nesse período da gestação, há um número menor de fibras musculares, onde a nutrição materna tem efeitos menores sobre o desenvolvimento fetal. Entretanto, as miofibras primárias são utilizadas como suporte para posterior formação das miofibras secundárias (Figura 1), que são formadas entre o segundo e o oitavo mês de gestação (RUSSEL; OTERUELO, 1981), sendo que estas

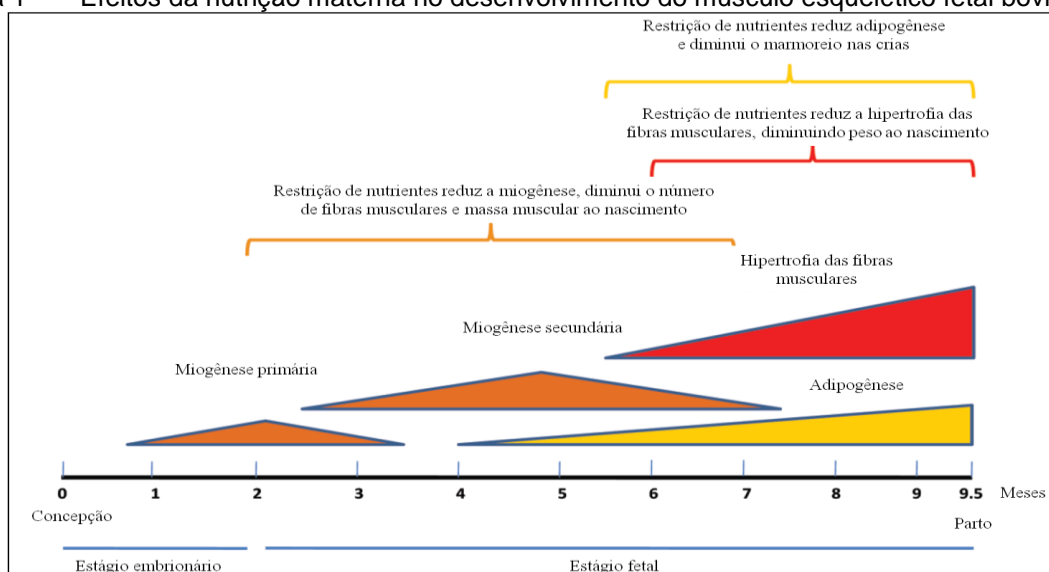
contribuem de forma dominante para o aumento da massa muscular fetal (BEERMAN et al., 1978).

A formação do tecido muscular é uma função de baixa prioridade na partição dos nutrientes, quando comparado a órgãos como cérebro, coração e fígado (DU et al., 2010), pois o comprometimento do crescimento dos órgãos internos é geralmente mais severo quando a restrição nutricional materna ocorre no início e meados da gestação em relação a restrição durante o final da gestação (REED et al., 2007; CARLSON et al., 2009; CATON et al., 2009). Entretanto, a restrição nutricional do segundo ao sétimo mês de gestação da vaca pode ter conseqüências irreversíveis na formação das miofibras secundárias e, conseqüentemente, no crescimento muscular pós-natal, pois o processo de hiperplasia muscular é restrito à gestação (DU et al., 2010), e, após o nascimento, o crescimento muscular ocorre por meio da hipertrofia das células musculares pré-existentes, o que é dependente das células satélites.

As células satélites são mioblastos indiferenciados que permanecem quiescentes entre a membrana plasmática da fibra muscular e a lâmina basal (CHARGER; RUDINIKI, 2004). Os mioblastos indiferenciados, quando estimulados, são ativados, proliferam-se e fundem-se com a fibra muscular pré-existente. Assim, os núcleos derivados dos mioblastos indiferenciados iniciam a síntese de proteínas, aumentando o volume muscular através da formação de novos sarcômeros. Dessa forma, se houver a formação insuficiente de fibras musculares durante a fase fetal, o crescimento do músculo após o nascimento é severamente limitado, porque o tamanho das fibras musculares não pode exceder determinados limites, para que se possa permitir uma eficiente troca de nutrientes e metabólitos (DU et al., 2012).

Segundo Du et al. (2010), o amadurecimento do músculo esquelético do feto bovino se dá aos 210 dias de gestação, ao passo que, já na fase final da gestação, a restrição de nutrientes não tem grandes impactos sobre o número de fibras. No entanto, a restrição de nutrientes nesta fase diminui o tamanho da fibra muscular, bem como o crescimento pós-natal do músculo devido à redução na densidade da população de mioblastos indiferenciados (WOO et al., 2011).

Figura 1- Efeitos da nutrição materna no desenvolvimento do músculo esquelético fetal bovino



Fonte: (Adaptado de Du et al., 2010)

Notas: As datas são estimadas com base, principalmente, em dados de estudos em ovinos, roedores e seres humanos, e representam a progressão através dos vários estágios do desenvolvimento

Segundo Duarte et al. (2012), o estado nutricional materno é um dos fatores que impactam a partição de nutrientes e, conseqüentemente, o crescimento e desenvolvimento do músculo esquelético fetal.

Em trabalho realizado por Zhu et al. (2004) com 2 grupos de ovelhas gestantes, sendo um grupo controle (dieta com 100% da exigência do NRC, 1985) e um grupo em restrição alimentar (dieta com 50% da exigência do NRC, 1985), observou-se que a restrição no início até meados da gestação acarretou uma diminuição de fibras secundárias no músculo fetal, quando comparado com a quantidade de fibras primárias. Além disso, as dimensões globais dos fascículos musculares foram menores para o músculo fetal de ovelhas com restrição de nutrientes ( $P < 0,05$ ). Para estes autores, a redução no número de fibras musculares no músculo fetal pode estar relacionada com a sub-regulação da rapamicina (mTOR), que é uma via de sinalização que detecta a disponibilidade de nutrientes para o crescimento muscular. A mTOR é uma proteína que desempenha um papel significativo no controle do desenvolvimento muscular pré-natal durante a restrição de nutrientes da mãe, sendo a principal via envolvida na detecção do estado nutricional das células, da coordenação do teor de nutrientes e síntese de proteínas no músculo esquelético fetal (CHENG et al., 2004).

A maior parte do crescimento do feto ovino e bovino (80%) ocorre no terço final da gestação, que é a principal etapa em que a restrição alimentar da mãe pode afetar a cria (FERRELL et al., 1976; PRIOR; LASTER, 1979)

Larson et al. (2009), ao avaliarem a suplementação proteica no final da gestação, mostraram os efeitos da deficiência da proteína e energia sobre o peso do bezerro ao nascimento. Neste estudo, os autores observaram aumento do peso ao nascimento das crias, sendo que, em outro estudo, onde as vacas estavam no pasto com teor de proteína bruta abaixo de 7%, estes mesmos autores também observaram que bezerros de vacas suplementadas com proteína foram mais pesados à desmama e tiveram maior rendimento de carcaça.

Greenwood et al. (2009) observaram que novilhos, filhos de vacas criadas em pastagem melhorada dos 120 aos 180 dias de gestação, tiveram maior peso ao abate do que novilhos, filhos de vacas criadas em pastagem nativa durante o mesmo período de gestação.

Dessa forma, o conhecimento dos processos envolvidos com o crescimento e desenvolvimento dos tecidos do feto torna viável a adoção de estratégias alimentares durante os diferentes estágios da gestação, o que pode resultar em incrementos no desempenho da progênie.

## **2.4 Suplementação proteica de vacas de corte**

A proteína é o principal constituinte corporal do animal, sendo vital para os processos de manutenção, crescimento e reprodução (ESTRADA, 2000). Entretanto, ainda há poucas informações sobre o efeito da suplementação proteica durante a gestação de vacas de corte, e um dos desafios da suplementação a pasto é reduzir o efeito substitutivo e promover aumento na ingestão e digestibilidade das forragens, o que pode ser proporcionado pela suplementação proteica (STAFFORD et al., 1996). Quando alimentos ricos em proteína, como o farelo de soja, são adicionados à dieta de forragem de baixa qualidade, o consumo desta forragem é aumentado, pois a proteína aumenta a velocidade de digestão pelos microrganismos, permitindo uma passagem mais rápida pelo trato digestivo (LUSBY; GIL, 1996).



Além dos efeitos sobre o consumo, a proteína da dieta contribui para a manutenção dos teores de aminoácidos na circulação materna. Um desses aminoácidos é a arginina, que é o substrato comum para a síntese de óxido nítrico e de poliaminas (FLYNN et al., 2002). O óxido nítrico é um importante fator de relaxamento do endotélio vascular, atuando na regulação do fluxo sanguíneo da placenta fetal e da transferência de nutrientes e oxigênio da mãe para o feto (BIRD et al., 2003). Além do óxido nítrico, as poliaminas são reguladores chave da angiogênese e embriogênese, bem como do desenvolvimento da placenta e crescimento fetal (REYNOLDS et al., 2001). Desse modo, ao proporcionar proteína metabolizável adequada durante a gestação, as poliaminas podem servir como um indicador de como a ingestão de proteína pode afetar a vaca prenhe e sua progênie.

Segundo Chmurzynska (2010), há evidências de que o estado nutricional materno pode também alterar o estado epigenético do genoma fetal, sobretudo durante os períodos críticos do desenvolvimento.

Além da seqüência primária da fita de DNA, a epigenética é um outro tipo de informação capaz de influenciar o fenótipo da progênie. Alguns tipos de marcações epigenéticas que regulam a expressão do genoma ao longo da vida animal já são conhecidos, tais como as modificações nas histonas (proteínas que “empacotam” o DNA na formação dos cromossomos, conhecido também como “código das histonas”), e as alterações na molécula de DNA propriamente dita, especificamente a metilação do DNA. A metilação do DNA constitui uma das mais estáveis modificações epigenéticas conhecidas e é a principal candidata a coordenar a herança epigenética entre as gerações (TCHURIKOV, 2005).

Os aminoácidos, além de exercerem importante função na constituição de proteínas, atuam também no processo de metilação do DNA (RESS, 2002; SZYF, 2011). Segundo Doherty et al. (2000), uma deficiência de aminoácidos circulantes pode resultar em redução significativa na metilação do DNA genômico.

Os nutrientes podem influenciar os padrões de metilação do DNA pelo fornecimento de substratos necessários para a ocorrência da mesma, pelo fornecimento de cofatores que modulam a enzima DNMT (DNA metiltransferase) e pela alteração da atividade das enzimas que regulam o ciclo dos aminoácidos, como o ciclo da metionina, e, conseqüentemente, a biodisponibilidade de grupos metil (JIMENEZ-CHILLARON et al., 2012).

Uma deficiência de proteína na dieta da mãe, com conseqüente redução na quantidade de aminoácidos circulantes, pode também diminuir a concentração de insulina e a taxa de entrada de glicose nas células do feto, reduzindo assim a disponibilidade de energia para o hipotálamo, com redução na liberação de GnRH e diminuição na secreção pulsátil de LH (KAUR; ARORA, 1995).

Smith e Crouse (1984) sugeriram que a glicose é o substrato primário para os adipócitos intramusculares. Dessa forma, os aminoácidos glicogênicos oriundos da suplementação proteica durante o terço final da gestação podem aumentar a porcentagem de gordura intramuscular no feto. De fato, Larson et al. (2009), ao suplementarem com proteína vacas da raça Angus em pasto abaixo de 7% de PB durante a gestação, observaram que seus novilhos tiveram maior porcentagem de gordura corporal, produzindo carcaça de melhor valor final.

#### 2.4.1 Conseqüências da nutrição materna deficiente durante o terço final da gestação sobre o desempenho das crias

A nutrição materna, durante a gestação, afeta o desenvolvimento neonatal da cria, a glândula mamária e a produção de colostro. Dessa forma, a suplementação proteica de vacas de corte neste período tem como objetivo melhorar as condições corporais ao parto, a eficiência reprodutiva das vacas e o desempenho das crias. No entanto, pesquisas recentes têm sugerido que a condição nutricional da vaca durante a gestação pode ter influência a curto e longo prazo sobre a saúde e produtividade das crias (STALKER et al., 2006; MARTIN et al., 2007; STALKER et al., 2007; FUNSTON et al., 2008; BOHNERT et al., 2010; FUNSTON et al., 2010).

A nutrição da vaca de corte durante toda sua vida é a grande responsável pela resposta em termos de kg de bezerro desmamado por ano. Entretanto, há uma desvantagem relacionada ao plano nutricional deficiente ou excessivo imposto às vacas, o que pode refletir em falhas no ciclo estral, ausência de prenhez e crias com desempenho atrasado (LANNA et al., 2011).

A nutrição inadequada durante o terço final da gestação produz bezerros fracos e atrasa o retorno ao cio pós-parto, diminuindo os índices de concepção e a produção de leite (VALLE; ANDREOTTI; THIAGO, 1998). Bezerros que nascem com peso baixo são menos viáveis e se ajustam mais lentamente ao ambiente extra-uterino (CUNDIFF et al., 1986). O baixo peso ao nascimento está associado a altas taxas de morbidade e mortalidade neonatal (CUNDIFF et al., 1986). Em revisão de dados de alguns trabalhos, Dunn (1980) observou que a incidência de mortalidade neonatal de bezerros aumentou em 5% quando as vacas eram subnutridas.

Stalker et al. (2006) utilizaram a suplementação proteica (0,45 kg de suplemento, 42% de PB e 73,3% de NDT) durante a primavera para vacas de corte mestiças com idade de 3 a 5 anos no período pré-parto, e obtiveram bezerros mais pesados no momento da desmama ( $P=0,02$ ; 222 x 213 kg). O ganho de peso médio diário dos bezerros até a desmama também foi influenciado ( $P=0,02$ ) pela suplementação pré-parto (0,97 x 0,93 kg). Em outro estudo, Stalker et al. (2007) avaliaram novamente o efeito da suplementação proteica de vacas de corte no terço final da gestação sobre o desempenho das suas crias, e obtiveram maiores pesos ao desmame ( $P<0,001$ ; 210 X 200 kg) para os filhos de vacas suplementadas.

Mesmo que os efeitos da nutrição variável durante o meio ou final da gestação sobre o peso ao nascimento pareçam ser superados pela nutrição adequada dentro de 56 dias pós-parto (FERRELL, 1991), os dados sugerem que, ainda que não seja observado efeito em todos os experimentos, o peso absoluto no momento do abate é menor se os bezerros nascerem mais leves ou forem mais leves ao desmame (BANTA et al., 2005; STALKER et al., 2006).

Martin et al. (2007), ao suplementarem vacas no terço final da gestação com 42% de PB, observaram aumento na taxa de prenhez de novilhas filhas de vacas suplementadas, quando comparado com novilhas filhas de vacas não suplementadas (94% vs 73%) na primeira estação de monta. Em estudo subsequente, as novilhas, filhas de vacas suplementadas com fonte proteica, atingiram a puberdade antes da estação de monta (FUNSTON et al., 2008). Diante destes dados, observa-se que a nutrição materna afeta não só a produtividade das vacas, mas também a produtividade e a reprodução de suas crias ao longo da vida.

Dessa forma, programas de suplementação de bovinos são elaborados com o objetivo de superar as dificuldades do período de escassez de forragem, onde a suplementação com proteína pode aperfeiçoar a utilização da forragem e o

desempenho animal através da proteína degradável no rúmen (PDR), quando a forragem de baixa qualidade é oferecida como dieta basal (COCHRAN et al., 1997).

## **2.5 Período pós-parto**

### **2.5.1 Estratégias nutricionais para a produção de animais precoces**

Vários produtores reconhecem que a suplementação deve ser uma realidade dentro do sistema de produção, mas, na maioria das vezes, não sabem exatamente qual o melhor nutriente que deve ser oferecido para os animais. Dessa forma, primeiramente, é recomendado aos produtores fazerem uma análise bromatológica da forragem disponível, reconhecendo assim possíveis limitações e oportunidades de manejo. Após essa avaliação, é necessário reconhecer os requerimentos das diferentes categorias de animais no rebanho, para avaliar quais nutrientes e as quantidades necessárias para a produção de animais precoces (OLIVEIRA et al., 2006).

Em sistemas de bovinos de corte, o segmento de cria utiliza cerca de 70% do total de nutrientes exigidos para a produção de um animal terminado (FERRELL et al., 1993). Segundo Lanna et al. (1995), esta elevada proporção de custos para a produção do bezerro desmamado é função, entre outros fatores, da baixa prolificidade e do elevado intervalo entre gerações. Dessa forma, incrementos na eficiência de produção do setor de cria e recria teriam grande efeito sobre a eficiência do sistema como um todo.

O aumento na eficiência do setor de cria pode ser atingido por diversos meios, entre eles, a redução na idade ao primeiro parto e o aumento na fertilidade das primíparas. Estes dois objetivos são alcançados quando uma elevada proporção de novilhas apresenta cio ao início da estação de monta, com idade aproximada de 15 meses. A aceleração da maturidade sexual pode ser obtida através da utilização de técnicas de manejo, mas é limitada pelo potencial genético. De fato, Ferraz Junior (2016), ao avaliar o efeito da nutrição e da DEP do touro para precocidade sexual na puberdade de novilhas Nelore, observou que as novilhas filhas de touros precoces submetidas à alto ganho médio diário apresentaram a menor ( $P=0,0001$ ) idade na

puberdade ( $18,1 \pm 1m$ ) e começaram a apresentar a puberdade em torno dos 14 meses de idade, finalizando aos 23 meses.

De acordo com Moran et al., (1989), uma novilha atinge a puberdade quando seu primeiro estro é seguido por uma fase luteal normal, sendo que a maturidade sexual é alcançada quando o animal atinge a fertilidade funcional, fisiológica e comportamental (MORAN et al., 1989).

Lanna et al. (2011) sugeriram que estratégias de manejo sejam empregadas a fim de que novilhas atinjam um peso crítico (60 a 65% do peso adulto) para a sua inclusão na estação de monta.

Desse modo, há dois períodos importantes de suplementação: manejo nutricional na fase de cria (*creep-feeding*) e manejo nutricional na fase de recria.

### 2.5.2 Manejo nutricional na fase de cria (*creep-feeding*)

O *creep-feeding* é um dos modelos experimentais alternativos para se testar os efeitos da impressão metabólica, sendo uma suplementação nutricional utilizada na fase pré-desmama que tem como objetivo evitar que deficiências nutricionais influenciem o desempenho dos bezerros.

Taylor e Field (1999) enumeraram algumas vantagens do *creep-feeding*, tais como maior peso corporal à desmama, expressão do potencial genético em animais melhorados, impulso na comercialização de animais de raças puras, redução do estresse à desmama e descanso da matriz. Por outro lado, os mesmos autores descreveram algumas desvantagens da suplementação para bezerros lactentes, como o custo do peso corporal adicional, que pode ser mais alto do que a receita, técnica delicada para aplicação em fêmeas de reposição, pouca diferença ao sobreano entre animais que receberam ou não o suplemento e pouca ou nenhuma diferença de preço na comercialização pós-desmama de animais que receberam ou não o suplemento.

Para Pacola et al. (1977), a suplementação em *creep-feeding* visa um melhor ganho de peso dos bezerros lactentes e, conseqüentemente, melhor desempenho reprodutivo.

Lusby (2011) relatou benefícios de adotar o *creep-feeding* sob o ponto de vista das prioridades do bezerro lactante quanto à ingestão de nutrientes e sugere que a suplementação deve adicionar nutrientes à dieta do bezerro, e não substituir nutrientes presentes no leite ou na forragem ingeridos. Entretanto, um dos maiores problemas desta técnica é de que o efeito desta suplementação tende a desaparecer quando os animais retornam ao pasto, uma vez que os animais não suplementados tendem a apresentar uma taxa de crescimento superior (PATTERSON et al., 1992).

Pacola et al. (1977), ao utilizarem fêmeas que ficaram sob pastejo até os 20 meses e machos até os 15 meses confinados por um período de 120 dias, estudaram o efeito da suplementação para bezerros em aleitamento sobre o peso à desmama e pós-desmama. O suplemento pré-desmama consistiu de 80% de milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS) e 20% de farelo de algodão (consumo de 1,15 kg de suplemento/animal/dia). Os bezerros foram alimentados em cochos privativos, a partir dos 60 dias de idade até os 7 meses (desmama). Até os quatro meses de idade não foi observada diferença entre os lotes controle ou suplementados, mas aos 7 meses o peso dos animais do grupo que recebeu suplemento foi maior (27,1 kg).

Wiltbank et al. (1985) relataram a importância das bezerras desmamarem mais pesadas, mas é necessário fornecer condições ideais para que as novilhas continuem com boa taxa de ganho de peso até atingirem a puberdade, pois o desenvolvimento pré-desmama, assim como o crescimento pós-desmama, influenciam o desempenho reprodutivo das mesmas.

### **3 CAPÍTULO I- Efeito da nutrição no terço final da gestação de vacas (programação fetal) e da fase de cria (*creep-feeding*) sobre o desempenho produtivo e reprodutivo (puberdade) em novilhas Nelore**

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

O rebanho bovino brasileiro é composto principalmente por bovinos da raça Nelore que são criados em pastagem, uma vez que este tipo de criação é mais prático e econômico (Latawiec et al., 2014). No entanto, as novilhas Nelore que são mantidas em pastagem após o desmame têm a puberdade atrasada devido às variações sazonais na produção de forragem (Malafaia et al., 2003; Latawiec et al., 2014). O aumento na idade ao primeiro parto pode diminuir a produção de bezerros por vaca, além de aumentar os gastos com uma categoria improdutivo na fazenda (Nunez- Dominguez et al., 1991; Eler et al., 2002). Diante desse cenário, vários autores têm trabalhado com estratégias de suplementação em gado de corte para diminuir a idade na puberdade com um mínimo custo.

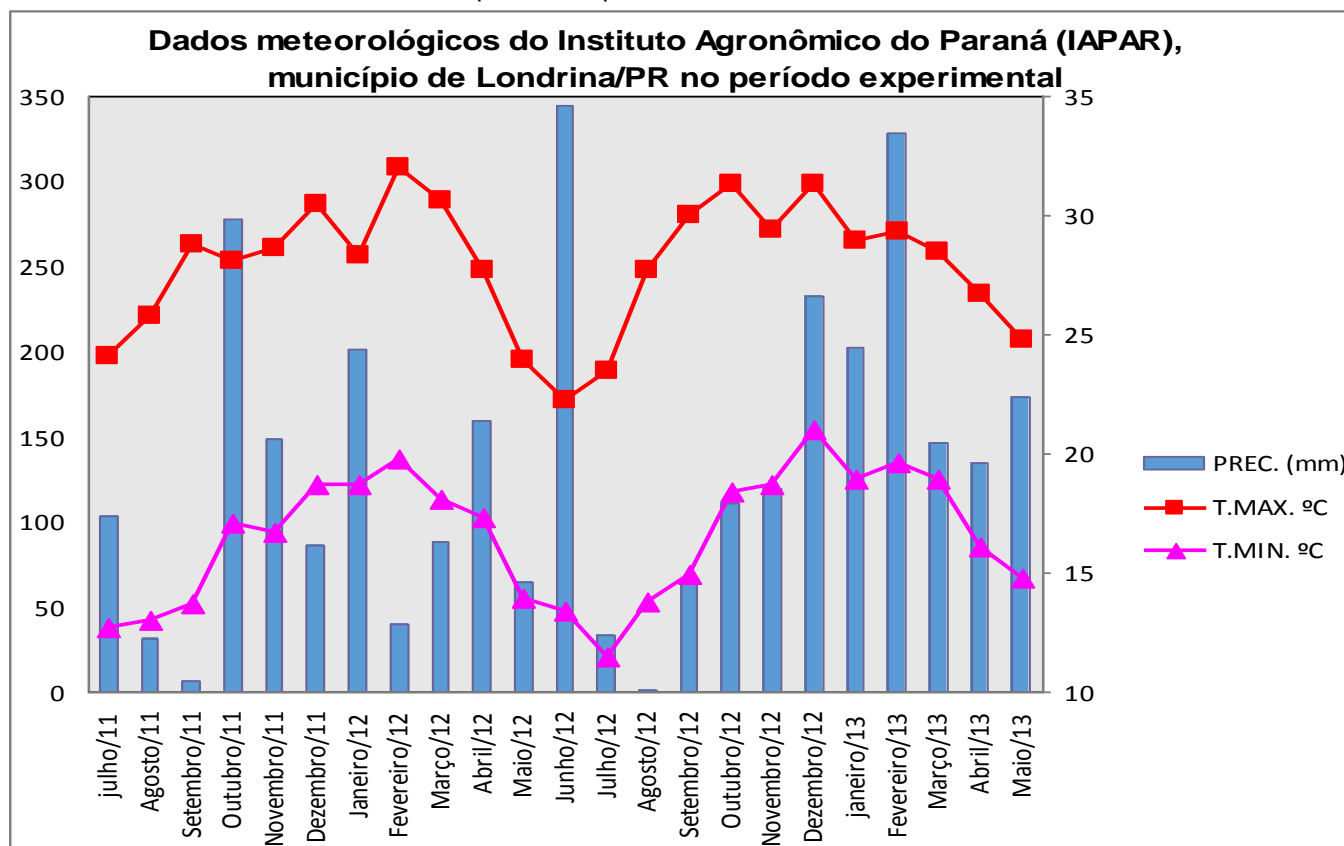
Até agora, trabalhos demonstraram o impacto na idade da puberdade com suplementação no último trimestre de gestação (Funston et al., 2010) e antes do desmame (Gasser et al., 2006a; Cardoso et al., 2014). O último trimestre de gestação é um período que os bezerros podem passar por desnutrição em sistemas de pastagem, e antes do desmame (*creep-feeding*) é um período em que o ganho de peso dos bezerros pode ser melhorado. Estas situações podem causar a impressão metabólica ou endócrina nas novilhas que são capazes de antecipar a puberdade com um baixo custo de suplementação (Funston et al., 2010, Alves et al., 2015). Pesquisas sobre o efeito da nutrição na puberdade em novilhas Nelore são escassas, e não se sabe que esses tipos de suplementação podem afetar a puberdade em novilhas Nelore. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o impacto da suplementação pré-parto e do *creep-feeding*, bem como sua interação, no ritmo de crescimento e idade a puberdade de novilhas Nelore.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental Agrozootécnica *Hildegard Georgina Von Pritzelwiltz* (Fazenda Figueira), pertencente à Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, ligada a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP). A Estação Experimental está situada no distrito de Paiquerê, município de Londrina-PR, entre as latitudes 23°29`58``S e 23°35`08``S e longitudes 50°59`50``W e 50°55`49``W, com altitude máxima de 690 m e mínima de 425 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, ou seja, clima subtropical úmido com chuvas em todas as estações do ano, podendo ocorrer secas no período de inverno. De acordo com dados do Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), a precipitação anual da região varia entre 1400 a 1600 mm. A evapotranspiração anual média é de aproximadamente 1200 mm, o que confere um excedente hídrico anual médio de 200 a 400 mm. A temperatura média anual da região é de 21°C, apresentando médias máxima e mínima de 27,6°C e 15,8°C, respectivamente, com índices de umidades relativa média do ar de 70 a 75%. O trimestre mais chuvoso compreende os meses de dezembro, janeiro e fevereiro com 450 a 550 mm, enquanto junho, julho e agosto formam o trimestre menos chuvoso, com precipitações em torno de 350 mm. O período experimental abrangeu o período de Julho de 2011 a Maio de 2013. Os dados meteorológicos desse período estão ilustrados na Figura 2.



Figura 2- Dados meteorológicos do Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), município de Londrina, referente ao período experimental

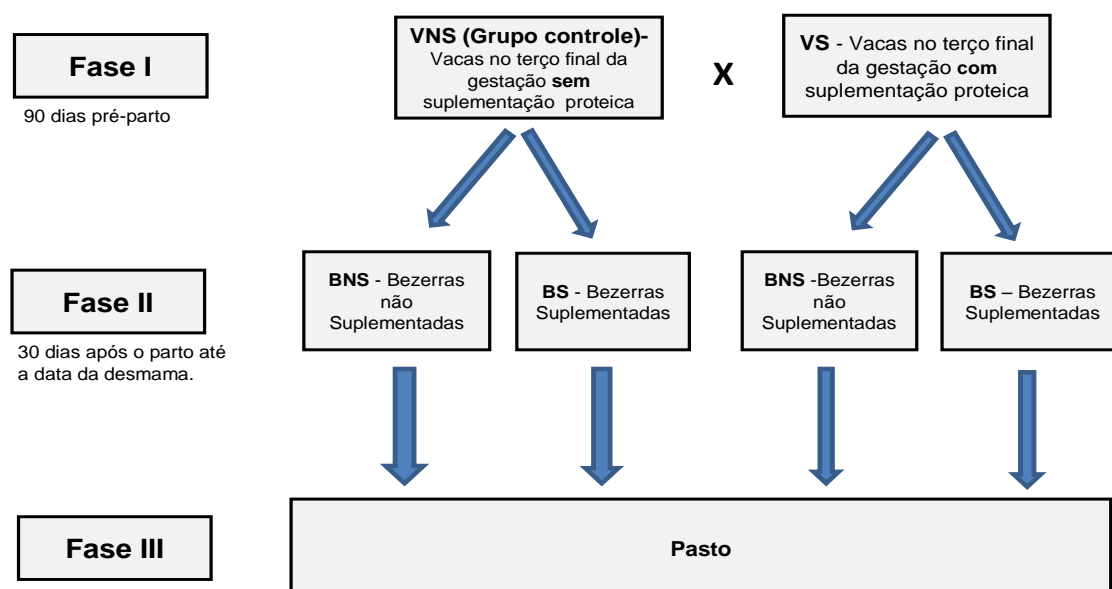


Noventa dias antes da data prevista para o parto 350 vacas da raça Nelore prenhes através de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) e monta natural com reprodutores da raça Nelore, com idade variando de 3 a 5 anos, peso inicial de 417,2 kg e escore de condição corporal (ECC) de 3,2 (1-5 Houghton et al., 1990) foram distribuídas em 4 tratamentos arranjados em esquema fatorial (2 x 2) (Figura 3), sendo o fator I a suplementação no terço final da gestação da mãe e o fator II a suplementação com *creep-feeding*. Formando os seguintes tratamentos 1) novilhas filhas de vacas suplementadas e que receberam *creep-feeding*; 2) novilhas filhas de vacas suplementadas e que não receberam *creep-feeding*; 3) novilhas filhas de vacas não suplementadas e que receberam *creep-feeding*; 4) novilhas filhas de vacas não suplementadas e não receberam *creep-feeding*. Após o fim do *creep-feeding* que também coincide com a desmama, as bezerras foram manejadas no pasto, sem nenhum tipo de suplementação.

Durante suplementação no terço final, as vacas suplementadas (VS, n = 175) receberam 0,5 kg de farelo de soja (48,3% de PB), 0,06 kg de mistura mineral e 0,05 kg de cloreto de sódio (NaCl). As vacas do grupo controle, sem suplementação

(VNS, n = 175) receberam mistura mineral *ad libitum*. O NaCl foi adicionado a mistura de farelo de soja e minerais com o objetivo de diminuir a velocidade do consumo do suplemento proteico, permitindo que todas as vacas tivessem acesso ao farelo de soja, amenizando assim o problema da competição. O suplemento foi fornecido às vacas em cocho de concreto, o qual permitia acesso bilateral, sendo 20 metros lineares de cocho para cada lote suplementado, garantindo, desse modo, um espaçamento médio de cocho por vaca de 43 cm.

Figura 3- Distribuição dos animais nos tratamentos durante a Fase I (VNS= Grupo controle; VS= Vacas suplementadas) Fase II (BS e BNS/ Amamentação) e Fase III (Fase pós-desmama)



Após o encerramento da época das parições, as vacas de cada tratamento (VNS e VS) foram redistribuídas em dois novos grupos, para o fornecimento do *creep-feeding*. As bezerras foram suplementadas em *creep-feeding* a partir dos 30 dias de vida até a desmama (BS, n = 79), e bezerras sem suplementação (BNS, n = 74) receberam apenas mistura mineral *ad libitum*, figura 3. A suplementação das bezerras foi realizada de uma linha de cocho no interior de uma área restrita, de aproximadamente 100,0 m<sup>2</sup>, onde somente as crias tinham livre acesso. Em cada área restrita haviam dois cochos de 2,63 m de comprimento, 0,42 m de largura e 0,3

m de profundidade. Os cochos possuíam cobertura metálica com 11,0 m<sup>2</sup> de área coberta. Os *creep-feeders* foram montados sempre no interior dos centros de manejo próximos ao cocho de sal mineral e bebedouros.

O *creep-feeding* foi fornecido diariamente no cocho em quantidade suficiente para a manutenção de sobras entre 5 e 10% do oferecido, e o consumo foi mensurado através da quantidade oferecida. As bezerras do tratamento BNS consumiram o suplemento mineral *ad libitum* no mesmo cocho em que foi fornecido para as vacas. O concentrado usado como *creep-feeding* o para as bezerras continha os seguintes ingredientes: farelo de soja, farelo de algodão, quirera de milho, farelo de polpa cítrica, mistura mineral, vitaminas e monensina, cuja composição bromatológica encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1- Teores de garantia do suplemento (Bell Peso Creeper, Bellman, Brasil) utilizado no *creep-feeding*

Composição bromatológica <sup>1</sup> , % MS	
MS, %	91,9
PB, %MS	21,3
NDT, %MS	62,0
EE, %MS	1,5
MM, %MS	19,2
FDN, %MS	65,0

Notas: <sup>1</sup>MS = Matéria Seca, PB = Proteína bruta, NDT = Nutrientes digestíveis totais, EE = Extrato Etéreo, MM = Matéria Mineral, e FDN = Fibra Detergente Neutro.

A área experimental onde ocorreu as duas suplementações foi composta por 24 piquetes de 10 hectares cada, sendo a pastagem formada por gramíneas dos gêneros *Panicum spp* e *Urochloa spp*. A cada 04 piquetes havia um corredor com acesso a praça de alimentação, contendo bebedouro coletivo e cocho para fornecimento de mistura mineral e/ou concentrado, totalizando um total de 06 praças de alimentação.

Foram colhidas amostras de pasto na entrada e saída dos animais dos piquetes para posterior análise bromatológica. Para isso, foi utilizado o método do quadrado, correspondente a uma área de 0,25 m<sup>2</sup> conforme Papanastasis (1977). As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos identificados de acordo com a área e o dia da colheita e congeladas a -18°C para determinação da matéria seca (MS), por meio de secagem em estufa a 55°C por 72 horas, e fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) conforme Van Soest, Roberson e Lewis (1991), utilizando a

amilase termoestável e sulfito de sódio, em aparelho Ankom 2000 (Ankom tech.corp., Fairport, NY). O teor de extrato etéreo (EE) e cinzas (MM) foram determinados conforme a AOAC (1995). O teor de proteína bruta (PB) foi obtido mediante combustão das amostras segundo o método Dumas, utilizando-se um auto-analisador de nitrogênio (LECO<sup>®</sup>) (WILES et al., 1998). As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal (LNRA) e no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). A Tabela 2 mostra os valores mínimos, máximos e as médias das análises bromatológica das forrageiras.

Tabela 2- Composição bromatológica das pastagens na estação seca e chuvosa (% MS)

Estação seca				
Período	Parâmetro	Mínimo, %	Máximo, %	Média, %
Entrada <sup>1</sup>	MS	22,70	31,40	27,60
	PB	8,60	12,60	11,20
	EE	0,40	3,90	2,90
	FDN	47,00	62,00	52,00
	MM	7,70	12,10	10,40
Saída <sup>2</sup>	MS	32,00	57,50	38,30
	PB	5,90	11,30	9,00
	EE	1,90	5,00	3,10
	FDN	63,00	82,00	68,00
	MM	7,90	24,30	11,90
Estação chuvosa				
Período	Parâmetro	Mínimo, %	Máximo, %	Média, %
Entrada <sup>1</sup>	MS	26,14	35,18	29,74
	PB	6,80	14,30	11,00
	EE	0,55	4,39	2,73
	FDN	25,00	67,00	56,00
	MM	8,30	13,40	10,80
Saída <sup>2</sup>	MS	34,20	47,10	38,80
	PB	8,60	18,30	10,90
	EE	0,29	4,39	2,73
	FDN	25,00	82,00	63,00
	MM	9,70	10,70	9,40

Notas: <sup>1</sup>Primeiro dia de acesso ao piquete; <sup>2</sup>Último dia acesso ao piquete;  
 MS= Matéria Seca; PB=Proteína Bruta; EE= Extrato Etéreo; FDN=Fibra Detergente Neutro;  
 MM=Matéria Mineral

A desmama foi realizada com 6,38 meses de idade. Após a desmama, todas permaneceram no pasto em único lote, com apenas suplementação de mistura mineral *ad libitum*. A partir dos 12,5 meses de idade, as novilhas foram submetidas a pesagem, avaliação de ECC e exame ginecológico para avaliação da condição ovariana e uterina, bem como determinação da puberdade pela visualização de um

corpo lúteo através de aparelho de ultrassom (ECHOVET 2000, Honda Electronics, EUA) com a utilização de transdutor transretal de 7,5 MHz. A partir dos 14 até 30 meses de idade, um lote de touros foi mantido com as novilhas e foi determinado a taxa de prenhez aos 18, 26 e 30 meses de idade.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo os tratamentos arranjados em esquema fatorial 2 X 2. As variáveis quantitativas (peso corporal, escore de condição, ganho médio diário e diâmetro folicular) foram analisadas através de medidas repetidas no tempo utilizando o PROC MIXED. Antes de realizar o PROC MIXED, verificou-se a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias pelos testes de Shapiro Wilk e Welch, respectivamente. As variáveis qualitativas (a taxa de prenhez aos 18, 26 e 30 meses de idade) foram analisadas pelo PROC GLIMMIX usando a opção binomial. As médias dos tratamentos foram obtidas utilizando o LSMEANS e a comparação entre elas foi realizada por meio da probabilidade da diferença (PDIFF).

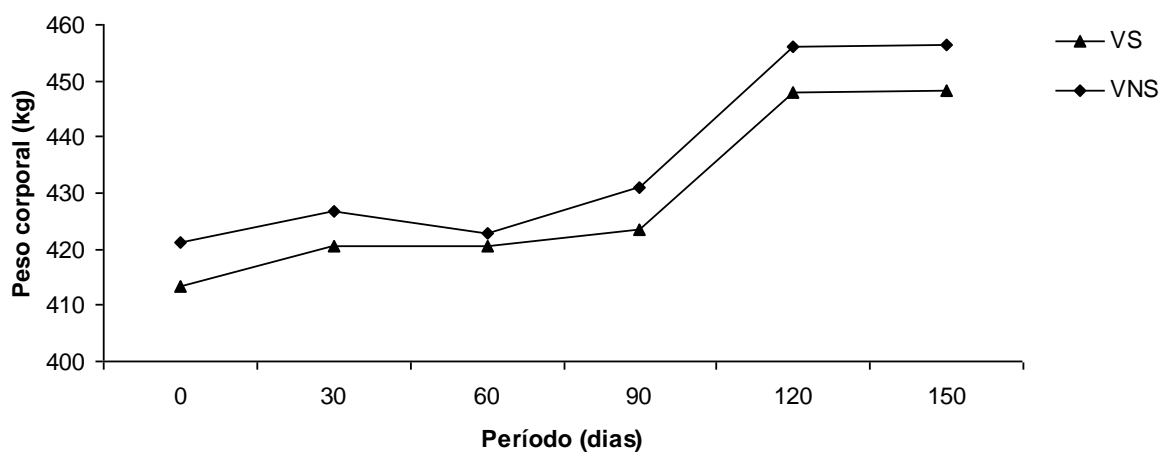
A porcentagem de novilhas púberes de acordo com cada fator foi avaliada através da curva de sobrevivência, utilizando o PROC LIFETEST. As diferenças foram declaradas significativas quando  $P \leq 0,05$ . Todas as variáveis foram analisadas pelo software SAS 9.3 (2011).

### **3.3 RESULTADOS**

#### **3.3.1 Desempenho das Vacas**

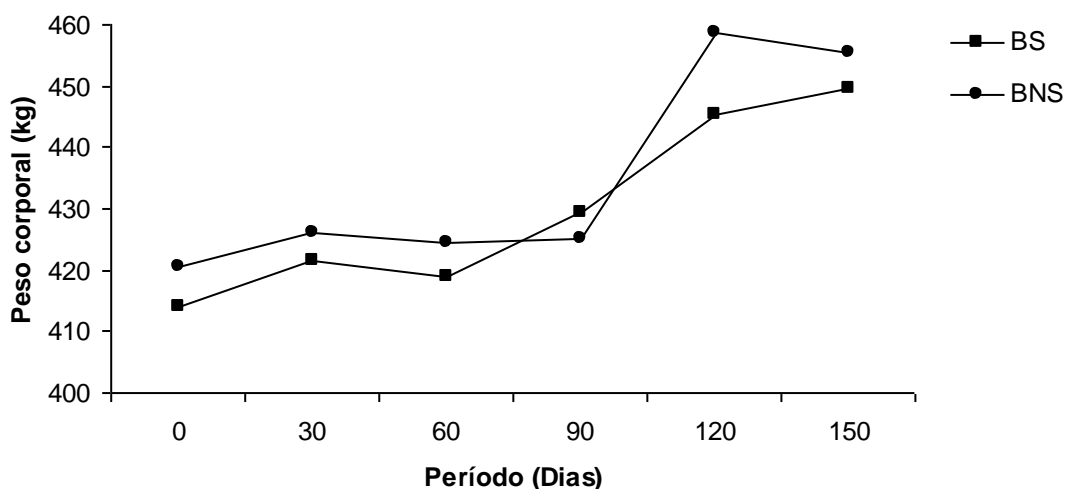
No presente estudo não foi observado interação entre a suplementação materna com a suplementação das bezerras em *creep-feeding* sobre o peso corporal ( $P=0,66$ ) e ECC das vacas ( $P=0,58$ ). Pode-se observar que as vacas apresentaram menor peso corporal ao iniciar o experimento, isto é, no início da suplementação materna (90 dias antes do parto– início do terço final de gestação), tendo aumento no peso corporal aos 30 e 60 dias pós-parto. No entanto, a partir dos 90 dias pós-parto, houve grande aumento no peso corporal das vacas, o qual estabilizou aos 120 e 150 dias pós-parto, (Figuras 4 e 5).

Figura 4- Peso corporal (kg) das vacas de acordo com a suplementação proteica no terço final da gestação



Notas: VS = Vacas suplementadas com fonte de proteína (farelo de soja) no terço final da gestação.  
 VNS = Vacas não suplementadas com fonte de proteína (farelo de soja) no terço final da gestação  
 Período 0 = Peso das vacas aos 90 dias antes do parto  
 Probabilidades dos demais efeitos:  
 Valor de P (Fator 1 – Suplementação materna = 0,31; Fator 2 - Suplementação em *creep-feeding* = 0,39; F1\*F2 = 0,66;  
 Período = <0,0001  
 F1\*Período = 0,44; F2\*Período = <0,0001; F1\*F2\*Período = 0,28.

Figura 5- Peso corporal (kg) das vacas de acordo com a suplementação das bezerras em *creep-feeding*

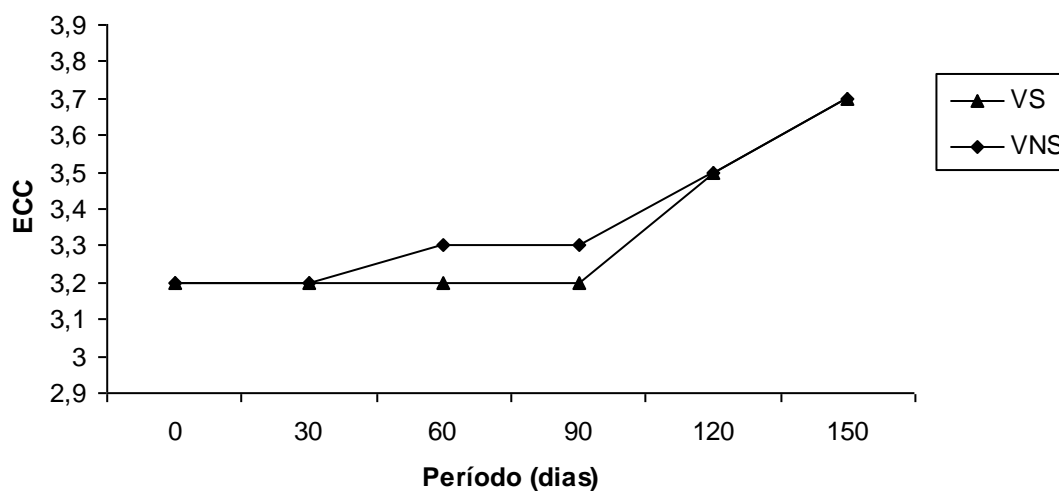


Notas: BS = Bezerras suplementadas em *creep-feeding*.  
 BNS = Bezerras não suplementadas em *creep-feeding*  
 Período 0 = Peso das vacas aos 90 dias antes do parto  
 Probabilidades dos demais efeitos:  
 Valor de P (Fator 1 – Suplementação materna = 0,31; Fator 2 - Suplementação em *creep-feeding* = 0,39; F1\*F2 = 0,66;  
 Período = <0,0001  
 F1\*Período = 0,44; F2\*Período = <0,0001; F1\*F2\*Período = 0,28.

Seguindo o que ocorreu com o peso, as vacas mantiveram o ECC apresentado no pré-parto (90 dias antes do parto) até 60 dias pós-parto, e a partir dos 90 dias pós-parto, independente do efeito dos tratamentos houve aumento linear ( $P < 0,0001$ ) no ECC. Também foram observados efeitos pontuais das suplementações sobre o ECC das vacas, no qual aos 60 dias pós-parto, as vacas suplementadas apresentaram menor ECC quando comparadas com as vacas não suplementadas ( $P = 0,02$ ) e, no período de 120 dias após o parto, as vacas mães das bezerras suplementadas em *creep-feeding* apresentaram menor peso corporal e ECC ( $P < 0,0001$ ) quando comparadas com as vacas mães das bezerras que não foram suplementadas em *creep-feeding* (Figuras 6 e 7).

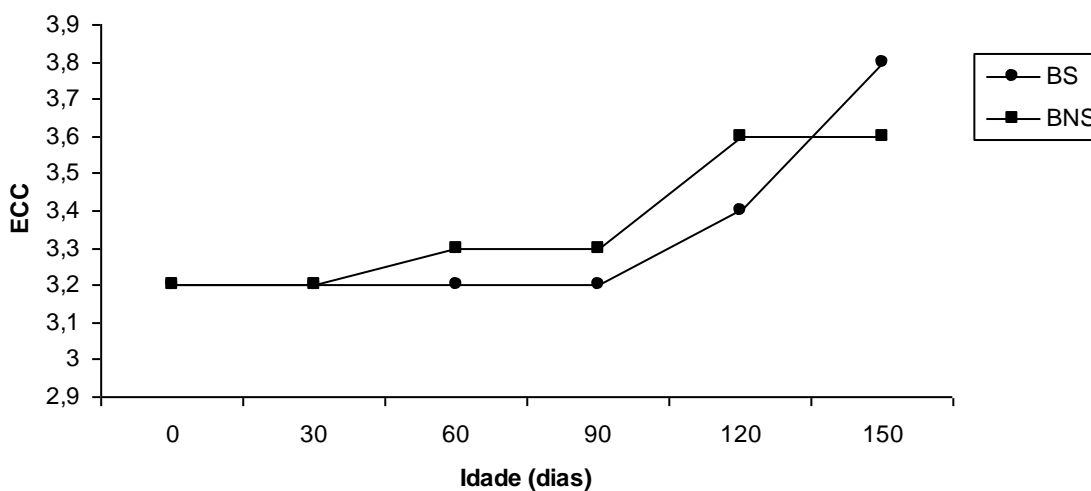


Figura 6- Escore de condição corporal (ECC) de acordo com a suplementação proteica no terço final da gestação



Notas: VS = Vacas suplementadas com fonte de proteína (farelo de soja) no terço final da gestação.  
 VNS = Vacas não suplementadas com fonte de proteína (farelo de soja) no terço final da gestação.  
 Período 0 = Escore das vacas aos 90 dias antes do parto  
 Probabilidades dos demais efeitos:  
 Valor de P (Fator 1 – Suplementação materna = 0,22; Fator 2 - Suplementação em *creep-feeding* = 0,54; F1\*F2 = 0,58; Período = <0,0001 (letras sobrescritas na coluna indicam a diferença); F1\*Período = 0,02 (letras sobrescritas na linha indicam a diferença); F2\*Período = <0,0001; F1\*F2\*Período = 0,21.

Figura 7- Escore de condição corporal (ECC) das vacas de acordo com a suplementação das bezerras em *creep-feeding*



Notas: BS = Bezerras suplementadas em *creep-feeding*.

BNS = Bezerras não suplementadas em *creep-feeding*

Período 0 = Escore das vacas aos 90 dias antes do parto

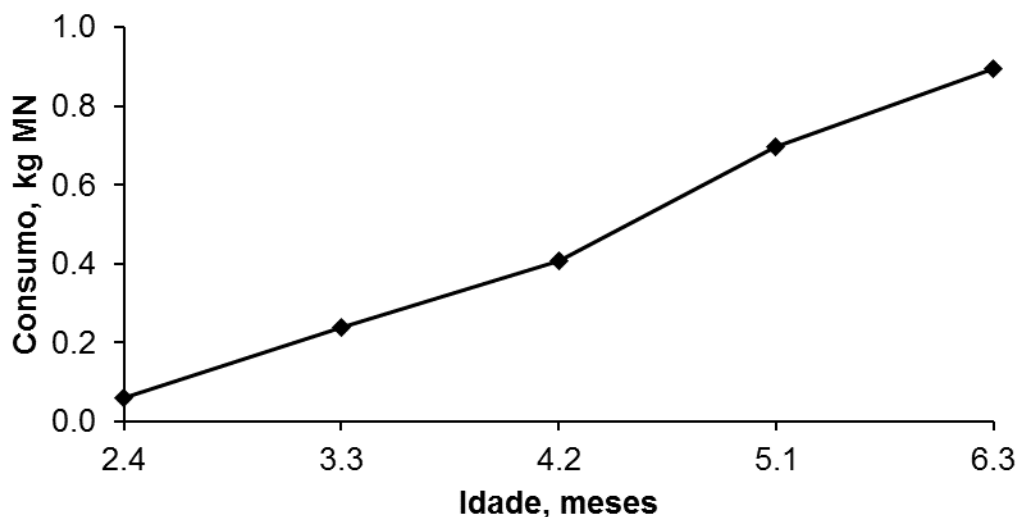
Probabilidades dos demais efeitos:

Valor de P (Fator 1 – Suplementação materna = 0,22; Fator 2 - Suplementação em *creep-feeding* = 0,54; F1\*F2 = 0,58; Período = <0,0001 (letras sobrescritas na coluna indicam a diferença); F1\*Período = 0,02 (letras sobrescritas na linha indicam a diferença); F2\*Período = <0,0001; F1\*F2\*Período = 0,21.

### 3.3.2 Consumo do suplemento pelas bezerras em sistema de *creep-feeding*

A média de consumo diário do suplemento fornecido em *creep-feeding* pelas bezerras aos 2,4; 3,3; 4,2; 5,1; 6,3 meses foram de 0,059, 0,240, 0,407, 0,697 e 0,894 kg, respectivamente (Figura 8). Assim, o consumo de *creep-feeding* aumentou com a idade e a média do consumo de suplemento foi de 0,459 kg/dia.

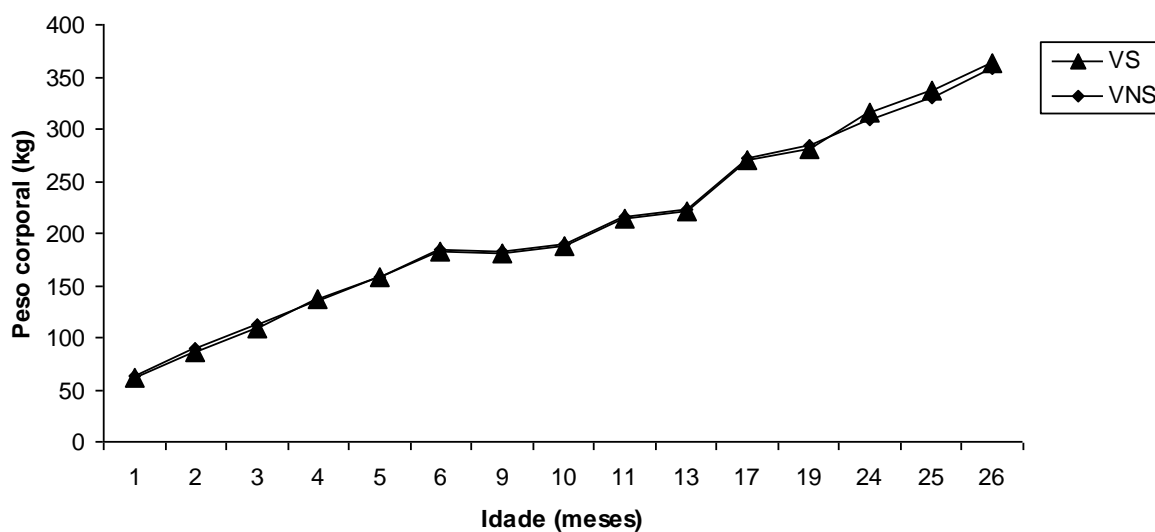
Figura 8- Consumo do suplemento em *creep-feeding* pelas bezerras 30 dias após o nascimento até a idade a desmama



### 3.3.3 Desempenho das bezerras

Ao avaliar a associação entre a suplementação materna e das bezerras em *creep-feeding*, não foi observado interação entre os tratamentos sobre o peso corporal ( $P=0,62$ ) e GMD ( $P=0,73$ ) das bezerras (Figuras 9,10 e 11). Houve efeito pontual ( $P=0,040$ ) no peso das novilhas em relação à suplementação materna, no qual, novilhas filhas de vacas suplementadas foram mais pesadas aos 24,9 meses quando comparadas com as novilhas filhas de vacas não suplementadas (Figura 9) No entanto, a suplementação das bezerras em *creep-feeding* não influenciou o peso das bezerras ( $P \geq 0,05$ ) (Figura 10).

Figura 9- Peso corporal (kg) das bezerras de acordo com a suplementação proteica das vacas no terço final da gestação



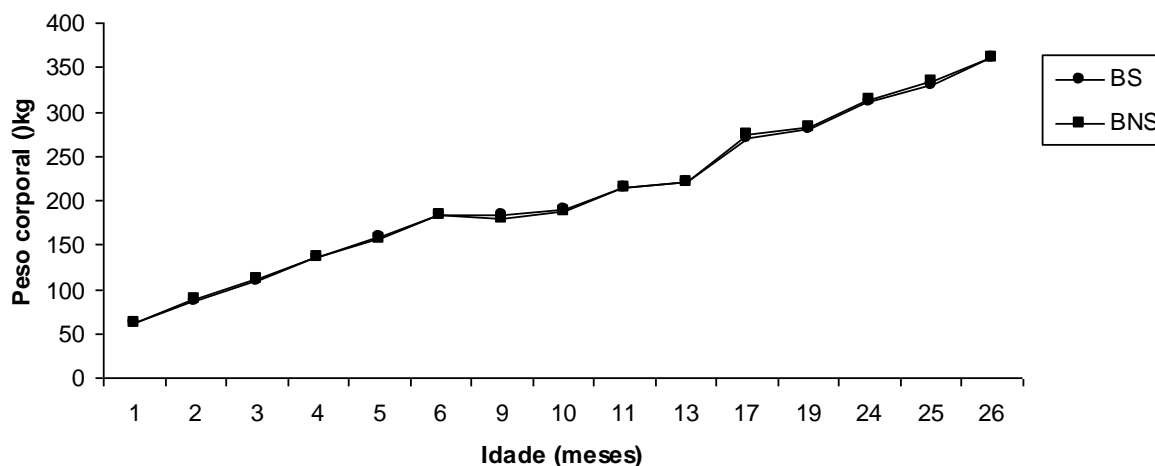
Notas: VS = Bezerras/novilhas filhas de vacas suplementadas com fonte de proteína (farelo de soja) no terço final da gestação.

VNS = Bezerras/novilhas filhas de vacas não suplementadas com fonte de proteína (farelo de soja) no terço final da gestação

Probabilidades dos demais efeitos:

Valor de P (Fator 1 – Suplementação materna = 0,98; Fator 2 - Suplementação em *creep-feeding* = 0,78); Fator 1\* Fator 2 = 0,62; Fator 1 \* Idade = 0,040 (letras sobrescritas na linha indicam a diferença); Fator 2 \* Idade = 0,85; Fator 1 \* Fator 2 \* Idade = 0,99.

Figura 10 - Peso corporal (kg) das bezerras de acordo com a suplementação em *creep-feeding*



Notas: BS = Bezerras suplementadas em *creep-feeding*.

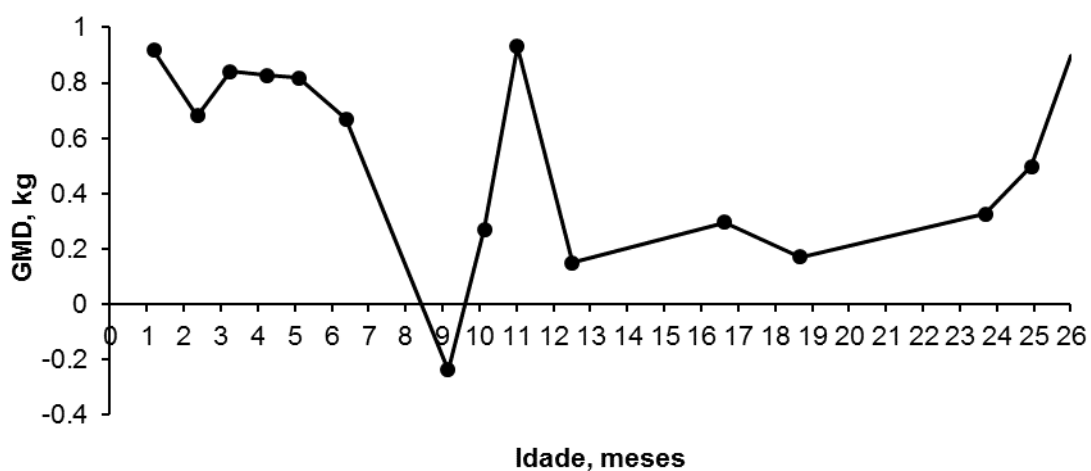
BNS = Bezerras não suplementadas em *creep-feeding*.

Probabilidades dos demais efeitos:

Valor de P (Fator 1 – Suplementação materna = 0,98; Fator 2 - Suplementação em *creep-feeding* = 0,78); Fator 1\* Fator 2 = 0,62; Fator 1 \* Idade = 0,040 (letras sobrescritas na linha indicam a diferença); Fator 2 \* Idade = 0,85; Fator 1 \* Fator 2 \* Idade = 0,99.

As estratégias nutricionais nesse experimento não apresentaram efeito ( $P \geq 0,05$ ) sobre o GMD das novilhas no período estudado. A Figura 11 mostra a evolução do GMD das bezerras no período de 1,2 meses até os 26,0 meses de idade. Nos primeiros meses de vida, as bezerras apresentam elevado GMD (média de 0,792 Kg) e após a desmama, precisamente na idade de 9,1 meses, ocorre perda de peso, com queda brusca no GMD. Aos 11,0 meses de idade, ocorreu uma recuperação no GMD, mas este não continuou elevado, indo para patamares de 0,300 kg. Quando as novilhas completaram 24,9 meses (segunda estação de monta), a qual coincidiu com início do segundo período chuvoso, ocorre novamente aumento no GMD.

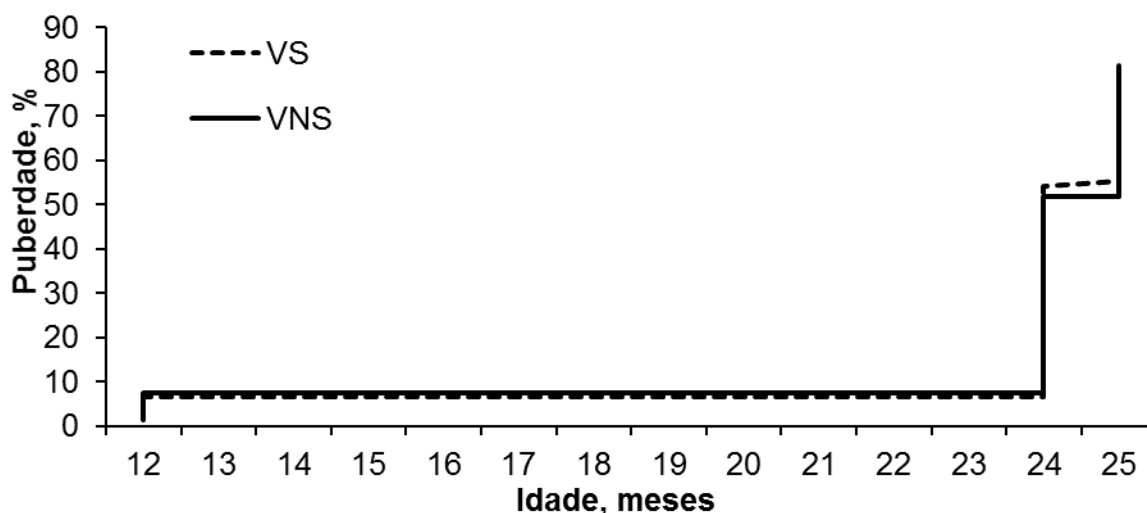
Figura 11- Evolução do ganho médio diário (GMD) das bezerras independente das suplementações



### 3.3.4 Parâmetros reprodutivos das novilhas

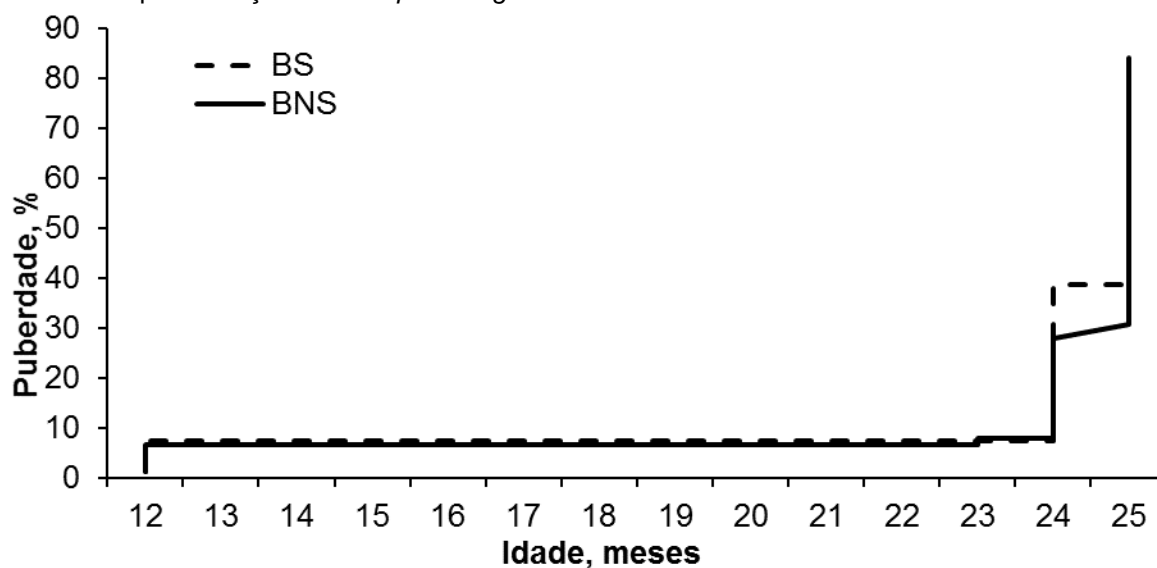
Cerca de 5% das novilhas apresentaram puberdade aos 12,5 meses de idade. Entretanto, a partir dos 24 meses de idade observa-se um grande aumento na taxa de puberdade, mas sem efeito das estratégias nutricionais sobre a curva de puberdade das novilhas ( $P \geq 0,05$ ) (Figuras 12 e 13).

Figura 12- Proporção cumulativa (%) de novilhas que atingiram a puberdade de acordo com a suplementação materna no terço final da gestação



Nota: não houve efeito entre os tratamentos VS vs VNS ( $P=0,31$ )

Figura 13- Proporção cumulativa (%) de novilhas que atingiram a puberdade de acordo com a suplementação em *creep-feeding* na fase de cria

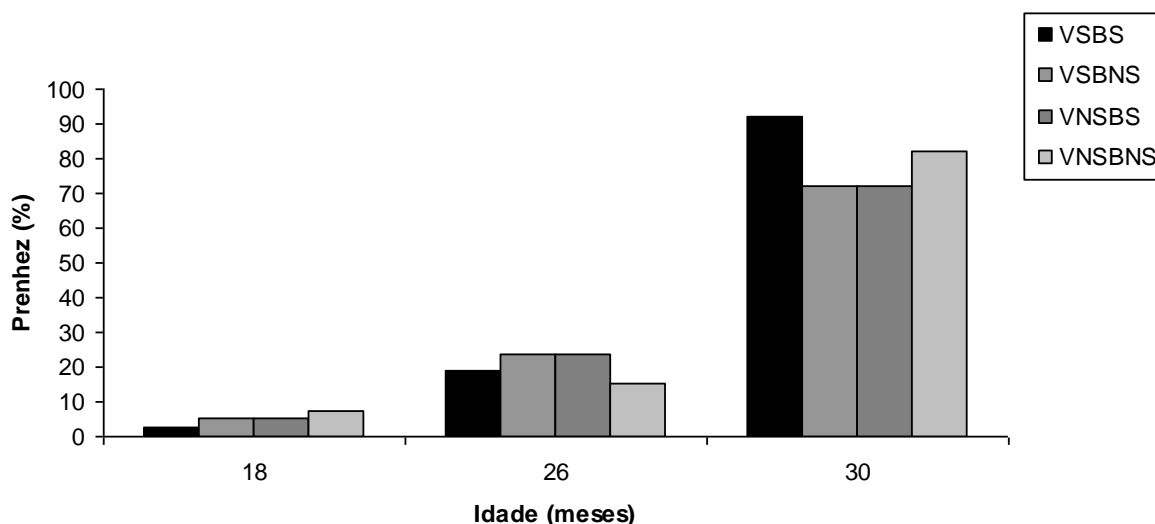


Nota: não houve efeito entre os tratamentos BS vs BNS ( $P=0,75$ )

Ainda, não houve interação ( $P > 0,05$ ) entre as estratégias nutricionais sobre a taxa de prenhez aos 18,7 e 26,0 meses de idade, como também não houve efeito da suplementação materna e da suplementação das bezerras em *creep-feeding* sobre a porcentagem de novilhas prenhes nessas idades (Figura 14). Entretanto, as novilhas as quais as mães foram suplementadas no terço final de gestação e que foram suplementadas em *creep-feeding* (91,9%) apresentaram maior ( $P=0,019$ ) taxa

de prenhez aos 30 meses quando comparado com as novilhas que receberam apenas um tipo de suplementação, seja quando a mãe foi suplementada no pré-parto (72,2%), seja somente no *creep-feeding* (70,7%) (Figura 14).

Figura 14- Porcentagem de prenhez (%) das novilhas aos 18, 26 e 30 meses de idade de acordo com a suplementação materna e suplementação das bezerras na fase de cria (*creep-feeding*)



Notas: VS = Novilhas filhas de vacas suplementadas com fonte de proteína (farelo de soja) no terço final da gestação

VNS = Novilhas filhas de vacas não suplementadas com fonte de proteína (farelo de soja) no terço final da gestação

BS = Bezerras suplementadas em *creep-feeding*.

BNS = Bezerras não suplementadas em *creep-feeding*.

F1= (Suplementação materna); F2 = (Suplementação das bezerras em *creep-feeding*)

### 3.4 DISCUSSÃO

A suplementação das vacas no terço final da gestação foi realizada no período de inverno, especificamente nos meses de junho, julho e agosto. No entanto, essa estratégia de suplementação não influenciou nenhuma das variáveis estudadas. A qualidade dos pastos, os quais as vacas foram manejadas pode ser uma possível explicação da não influência da suplementação materna no terço final de gestação. De acordo com Gaussen e Bagnouls (1953), o período seco é definido como o período em que o total de precipitação mensal em milímetros é inferior a duas vezes a temperatura média mensal em graus Celsius. Neste período,



normalmente é observado uma diminuição da quantidade e qualidade da oferta de forragem (LONG et al., 2010). No entanto, os teores de proteína bruta (PB) da forragem consumida pelos animais foram semelhantes entre os dois períodos, seco e chuvoso, pois o inverno não foi rigoroso. Assim sendo, a concentração de PB da forragem disponível aos animais em todo o período experimental foi superior ao nível crítico de 7% (REIS et al., 2009). A proteína é o primeiro fator limitante em dietas com forragens de baixa qualidade, o que pode reduzir o desempenho e a produtividade do animal. Porém, a maior resposta a suplementação proteica se dá quando a forragem apresenta um conteúdo de PB menor que 7% na matéria seca (BOHNERT, 2013).

De acordo com o NRC gado de corte (1996), o teor de PB recomendável para vacas de corte no terço final da gestação é de 8,6% na dieta. Dessa forma, após avaliação da composição bromatológica do pasto, foi verificado que não houve restrição de proteína na pastagem, sendo que, ao se adicionar o farelo de soja (suplemento proteico), o consumo de PB requerido foi maior que o estimado. No presente estudo, não foi observado efeito da suplementação proteica sobre o desempenho das vacas e da progênie, mas mostrou que o manejo adequado da pastagem é suficiente para atender o requerimento nutricional das vacas de corte no terço final da gestação, ou pelo menos fazer com que as vacas mantenham o peso e o ECC no último trimestre de gestação.

A associação da suplementação materna e a suplementação das crias em *creep-feeding* têm como objetivo aproveitar e/ou potencializar os benefícios da programação fetal, pois favorece o ganho de peso durante os primeiros meses de vida. O que pode ter contribuído para a maior taxa de prenhez aos 30 meses nas novilhas que receberam os dois tipos de suplementação quando comparado com as novilhas que receberam apenas um tipo de suplementação. Ainda, a suplementação materna influenciou pontualmente no peso das novilhas aos 24,9 meses, na qual novilhas filhas de vacas suplementadas foram mais pesadas que as novilhas filhas de vacas não suplementadas. Essa influência pontual sem alterar os parâmetros produtivos também é descrita em outros trabalhos, sendo que, alguns pesquisadores observaram que a nutrição materna pode afetar a idade à puberdade das crias (CORAH et al., 1975), o tamanho do folículo pós-puberdade (WILKINS et al., 2006), assim como o tempo para o primeiro parto (MARTIN et al., 2007).

O consumo de *creep-feeding* pelas bezerras aumentou com o passar do tempo. O aumento do consumo de *creep-feeding* coincide com a queda natural da produção de leite da vaca (LEAL; FREITAS, 1982) e com o aumento da exigência da bezerra, uma vez que as bezerras apresentam grande aumento no peso corporal neste período. Acredita-se que, a partir de três a quatro meses de idade, parte dos nutrientes necessários para a bezerra de corte venha de outros que não o leite materno. O consumo de concentrado no *creep-feeding* também é influenciado pela qualidade e quantidade da forragem, sendo que, em pastos de pior qualidade e menor quantidade de forragem, há um aumento no consumo de suplemento. O consumo médio de suplemento durante a fase de *creep-feeding* foi menor que o sugerido pelo NRC (1996) e pelo fabricante. De acordo com o NRC gado de corte (1996), para animais com peso médio de 180 kg, o consumo recomendado de suplemento em *creep-feeding* é de aproximadamente 0,800 a 1 kg/animal/dia. De fato, o fabricante do suplemento também recomenda um consumo de 1 a 0,6% do peso, o que corresponde a uma ingestão média de 0,6 kg/animal/dia. Neste trabalho, as bezerras consumiram cerca de 0,450 kg de suplemento por dia, o seja, quantidade menor que a estimada pelo fabricante, isso ajuda a explicar a similaridade no ECC e peso corporal das bezerras que receberam *creep-feeding*. Ainda, as bezerras apresentaram peso corporal à desmama satisfatório para a raça Nelore (NOGUEIRA et al., 2006).

O maior impacto em todos os parâmetros analisados foi o efeito do tempo, como pode ser visto na variação do GMD das novilhas. Assim, o presente estudo atentou para a importância do manejo nutricional pré-parto sobre o desempenho reprodutivo de novilhas Nelore quando criadas em condições tropicais. As bezerras foram desmamadas no início da estação seca, o que resultou em baixa taxa de crescimento e perda de peso. Tal fato pode ter influenciado negativamente a taxa de puberdade das novilhas e taxa de prenhez na primeira estação monta. E as novilhas permaneceram em baixo ritmo de crescimento, cerca de 0,3 kg/dia até perto dos 24 meses de idade. No início da segunda estação chuvosa aos 24 meses de idade, houve grande aumento na taxa de puberdade das novilhas, induzido pelo aumento no GMD e por consequência do peso corporal. O aumento no GMD neste período pode ter influenciado positivamente a secreção das gonadotrofinas, como também o GMD baixo e até negativo nos meses subsequentes à desmama pode ter influenciado na baixa taxa de puberdade e prenhez na primeira estação de monta.

Este efeito ocorre devido a fatores hormonais que são regulados pelo nível nutricional, tais como: IGF-I, kisspeptina, opióides endógenos, neuropeptídeo Y, leptina, glicose, insulina, dentre outros, que servem como mensageiros (*feedback* positivo e negativo), regulando a secreção e liberação do GnRH (hormônio gonadotrófico). Essa regulação conduz à estimulação da secreção e liberação de gonadotrofinas para induzir o aparecimento dos eventos reprodutivos que determinam o momento da ovulação (BARB et al., 1999; WILLIAMS et al., 2002; ROA et al., 2010). Dessa forma, níveis nutricionais inadequados no período pós-desmama, geralmente em função dos períodos de estacionalidade da produção de forragens, são as maiores causas das elevadas idades à puberdade observadas nas condições brasileiras (LANNA, 2011, NEPOMUCENO et al., 2017). Por sua vez, esta resulta em elevada idade ao primeiro parto e baixo índice de desfrute da pecuária nacional. Nepomuceno et al., (2017) também observou que as novilhas apresentam grande variação no GMD no período pós-desmama e pré-puberdade. Ainda, este mesmo autor mostrou uma grande diminuição no diâmetro folicular nas idades de 12 e 13 meses com a mudança do plano nutricional. E, por conseguinte, no GMD. No presente estudo, o GMD no mês seguinte ao desmame foi negativo, mostrando um grande impacto do desmame sobre o peso. De fato, Ferraz Junior (2016), ao comparar os resultados entre os planos nutricionais de 0,700 kg e 0,300 kg ao dia, deixa evidente a importância da nutrição sobre a porcentagem de novilhas púberes. O grupo de animais de baixo GMD mostrou que quando o desenvolvimento da novilha é comprometido, a idade à puberdade também é comprometida.

### 3.5 CONCLUSÕES

A associação entre suplementação materna no terço final de gestação e a suplementação na fase de cria (*creep-feeding*) não impactaram sobre o peso corporal, GMD, taxa de puberdade das novilhas. Tal fato esteve relacionado aos períodos de estacionalidade na qualidade da forragem durante o período experimental. Portanto, a associação das estratégias nutricionais aumentou a taxa de prenhez das novilhas aos 30 meses de idade.

## REFERÊNCIAS

ALVES, B.R.; CARDOSO, R.C.; PREZOTTO, L.D.; THORSON, J.F.; BEDENBAUGH, M.; SHARPTON, S.M.; CARATY, A.; KEISLER, D.H.; TEDESCHI, L.O.; WILLIAMS, G.L.; AMSTALDEN, M. Elevated body weight gain during the juvenile period alters neuropeptide  $\gamma$ -gonadotropin-releasing hormone circuitry in prepuberal heifers **Biology of reproduction**, v. 92, n.2, p.1-10, 2015

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official methods of analysis. 15<sup>th</sup> ed. Arlington: AOAC, 1990. 117 p.

BANTA, J. P.; LALMAN, D. L.; OWENS, F. N.; KREHBIEL, C. R.; WETTEMANN, R. P. Effects of interval-feeding whole sunflower seeds during mid to late gestation on performance of beef cows and their progeny. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 2410-2417, 2005.

BARB, C. R.; BARRET, J. B.; KRAELING, R. R.; RAMPACEK, G. B. Role of leptin in modulating neuroendocrine function: a metabolic link between the brain-pituitary and adipose tissue. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 34, p.111-125, 1999.

BARBEHENN, R. V.; BERNAYS, E.A. Relative nutritional quality of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> grasses for a graminivorous lepidopteran, *Paratrytone melane* (Hesperiidae). **Oecologia**, v. 92, p. 97–103, 1992.

BARBOSA, F. A. *Creep-feeding* – uma alternativa de suplementação para bezerros. In: CARVALHO, F. A. N. **Nutrição de bovinos a pasto**. Viçosa- MG, editora: Aprenda Fácil, 2003. p. 58.

BARKER, D. J. P.; MARTYN, C. N.; OSMOND, C.; HALES, C. N.; FALL, C. H. D. Growth in utero and serum cholesterol concentration in adult life. **British Medical Journal**, v. 307, p. 1524-1527, 1993.

BEEMAN, D. H.; CASSENS, R. G.; HAUSMAN, G. J. A. Second look at fiber type differentiation in porcine skeletal muscle. **Journal of Animal Science**, v. 46, n. 1, p. 125-132, 1978.

BELLOWS, R. A.; SHORT, D. C.; ANDERSON, B. W.; PAHNISH, O.F. Cause and effect relationships associated with calving difficulty and calf birth weight. **Journal of Animal Science**, v. 33, p. 407-415, 1971.

BIRD, I. M.; ZHANG, L. B.; MAGNESS, R. R. Possible mechanisms underlying pregnancy-induced changes in uterine artery endothelial function. **American Journal of Physiology**, v. 284, p. 245-258, 2003.

BOHNERT, D. W.; MILLS, R. R.; STALKER, L. A.; NYMAN, A.; FALCK, S. J. Late gestation supplementation of beef cows: effects on cow and calf performance. Proceedings, Western Section, **American Society of Animal Science**, v. 61 p. 255-258, 2010.

BOHNERT, D. W.; STALKER, L. A.; MILLS, R. R.; NYMAN, A.; FALCK, S. J.; COOKE, R.F. Late supplementation of beef cows differing in body condition score: Effects on cow and calf performance. **Journal of Animal Science**, v. 91, p. 5485-5491, 2013.

BOLAND, T. M.; CALLAN, J. J.; BROPHY, P. O.; QUINN, P. J.; CROSBY, T. F. Lamb serum vitamin E and immunoglobulin G concentrations in response to various maternal mineral and iodine supplementation regimes. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 319-325, 2006.

CAMACHO, A.; CAPOTE, J.; TORRES, A. Efecto de la raza y el peso de sacrificio en la calidad de la carne en razas de ovino de pelo y ovino de lana en las Islas Canarias. In: CONGRESO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE OVINOTECNIA Y CAPRINOTECNIA (SEOC), 35., 2010, Valladolid. 2010. p. 435-439.

CARDOSO, R.C.; ALVES, B.R.C.; PREZOTTO, L.D.; THORSON, J.F.; TEDESCHI, L.O.; KEISLER, D.H.; PARK, C.S.; AMSTALDEN, M.; WILLIAMS, G.L. Use of a stair-step compensatory gain nutritional regimen to program the onset of puberty in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.92, p.2942-2949, 2014

CARLSON, D. B.; REED, J. J.; BOROWICZ, P. P.; TAYLOR, REYNOLDS, L. P.; NEVILLE, T. C.; REDMER, D. A.; VONNAHME, K. A.; CATON, J. S. Effects of dietary selenium supply and timing of nutrient restriction during gestation on maternal growth and body composition of pregnant adolescent ewes. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 669-680, 2009.

CATON, J. S.; REED, J. J.; AITKEN, R.; MILNE, J. S.; BOROWICZ, P. P.; REYNOLDS, L. P.; REDMER, D. A.; WALLACE, J. M. Effects of maternal nutrition and stage of gestation on body weight, visceral organ mass, and indices of jejunal cellularity, proliferation, and vascularity in pregnant ewe lambs. **Journal Animal Science**, v. 87, p. 222-235, 2009.

CHARGE, S. B. P.; RUDINIKI, M. A. Cellular and molecular regulation of muscle regeneration. **Physiological Reviews**, v. 84, n. 1, p. 209-238, 2004.

CHENG, S. W.; FRYER, L. G.; CARLING, D.; SHEPHERD, P. R. Thr<sup>2446</sup> is a novel mammalian target of rapamycin (mTOR) phosphorylation site regulated by nutrient status. **Journal of Biological Chemistry**, v. 279, p. 15719–15722, 2004.

CHMURZYNSKA, A. Fetal programming: Between early nutrition, DNA methylation and complex diseases. **Nutrition Reviews**, v.68, n.2, p.87-98, 2010.

COCHRAN, R. C.; ABDELGADIR, I. E.; TITGEMEYER, E. C.; VANZANT, E. S. In vitro determination of ruminal protein degradability of alfalfa and prairie hay via a commercial protease in the presence or absence of cellulase or driselase. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 2215-2222, 1997.

CORAH, L. R.; DUNN, T. G.; KALTENBACH, C. C. Influence of pre-partum nutrition on the reproductive performance of beef females and the performance of their progeny. **Journal of Animal Science**, v. 41, p. 819-824, 1975.

COSGROVE, M. S.; WOLBERGER, C. How does the histone code work. **Biochemistry and Cell Biology**, v. 83, p. 468-476, 2005.

CUNDIFF, L. V.; MACNEIL, M. V.; GREGORY, K. E. Between and within breed analysis of calving and survival to weaning in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 63, p. 27-33, 1986.

DAY, M.L.; GASSER, C.L.; GRUM, D.E.; PIRES, A.V. Fatores que afetam a idade na puberdade em novilhas de corte. In: PIRES, A.V. (Ed). **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: Fealq, 2010.p.637-652.

DOHERTY, A. S.; MANN, M. R.; TREMBLAY, K. D.; BARTOLOMEI, M. S.; SCHULTZ, R. M. Differential effects of culture on imprinted H19 expression in the pre-implantation mouse embryo. **Biology of Reproduction**, v. 62, p. 1526-1535, 2000.

DU, M.; HUANG, Y.; DAS, A. K.; YANG, Q.; DUARTE, M. S.; DODSON, M. V.; ZHU, M. J. Manipulating mesenchymal progenitor cell differentiation to optimize performance and carcass value of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 3, p. 1419-1427, 2012.

DU, M.; TONG, J.; ZHAO, J.; UNDERWOOD, K. R.; ZHU, M.; FORD, S. P.; NATHANIELSZ, P. W. Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. E51-E60, 2010.

DUARTE, M. S.; PAULINO, P. V. R.; DU, M. Fetal programming in beef cattle: how to optimize performance and carcass value in early stages of life. **IN: Simpósio de produção de gado de corte (SIMCORTE)**, v. 8, p.124-139, 2012.

DUNN, T. G. Relationship of nutrition to successful embryo transplantation. **Theriogenology**, v. 13, p. 27-39, 1980.

EDWARDS, L. J.; MCFARLANE, J.R.; KAUTER, K. G.; MCMILLEN, I. C. Impact of periconceptual nutrition on maternal and fetal leptin and fetal adiposity in singleton and twin pregnancies. **American Journal Physiology**, v.288, p.39-45, 2005.

ELER, J.P.; SILVA, J.A.; FERRAZ, J.B.S.; DIAS, F.; OLIVEIRA, H.N.; EVANS, J.L.; GOLDEN, B.L. Genetic evaluation of the probability of pregnancy at 14 months for Nelore heifers. **Journal of Animal Science**, v.80, p. 951-954, 2002.

ERICKSON, B. H. Development and radio-response of the prenatal bovine ovary. **Journal Reproduction Fertility**, v. 10, p. 97-105, 1966.

ESTRADA, L. H. C. Exigências nutricionais de ovinos para as condições brasileiras. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE NORDESTINA DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2., 2000, Teresina. **Anais...** Teresina: SNPA, 2000. v. 1, p. 325-339.

EUCLIDES, V. P. B.; EUCLIDES FILHO, K.; ARRUDA, Z. J.; FIGUEIREDO, G. R. Desempenho de novilhos em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, p. 246-254, 1998.

FERRAZ JUNIOR, M. V. C. **Puberdade de novilhas**: 1- Efeito da nutrição e da DEP do touro para precocidade sexual na puberdade de novilhas Nelore. 2- Efeito da desmama precoce e da nutrição no *imprinting* metabólico sobre a puberdade novilhas Nelore e cruzadas (Angus X Nelore). 2016. 82 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

FERRELL, C. L. Maternal and fetal influences on uterine and conceptus development in the cow: I. Growth of the tissues of the gravid uterus. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 945-1953, 1991.

FERRELL, C. L.; FORD, S. P.; PRIOR, R. L.; CHRISTENSON, R. K. Blood flow, steroid secretion and nutrient uptake of the gravid bovine uterus and fetus. **Journal of Animal Science**, v. 56, p. 656-667, 1983.

FERRELL, C. L.; GARRETT, W. N.; HINMAN, N. Growth development and composition of the udder and gravid uterus of beef heifers during pregnancy. **Journal of Animal Science**, v. 42, p. 1477-1489, 1976.

FLYNN, N. E.; MEININGER, C. J.; HAYNES, T. E.; WU, G. The metabolic basis of arginine nutrition and pharmacotherapy. **Biomedicine and Pharmacotherapy**, v. 56, p. 427-438, 2002

FORD, S. P. Cotyledonary placenta. In: KNOBIL, E.; NEILL, J. D. (Ed.). **Encyclopedia of reproduction**. San Diego: Knobil Journal Neill, 1999. p. 730-738.

FORTUNE, J. E. The early stages of follicular development: activation of primordial follicles and growth of preantral follicles. **Animal Reproduction Science**, v. 78, p. 135-163, 2003.

FOWDEN, A. L.; GIUSSANNI, D. A.; FORHEAD, A. J. Endocrine and metabolic programming during intrauterine development. **Early Human Development**, v. 81, p. 723–734, 2005.

FUNSTON, R. N.; LARSON, D. M.; VONNAHME, K. A. Effects of maternal nutrition on conceptus growth and offspring performance: Implications for beef cattle production. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 205-215, 2010.

FUNSTON, R. N.; MARTIN, J. L.; ADAMS, D. C.; LARSON, D. M. Effects of winter grazing system and supplementation during late gestation on performance of beef cows and progeny. **Journal of Animal Science**, v. 59, p. 102-105, 2008.

GALDOS-RIVEROS, A. C.; FAVARON, P. O.; WILL, S. E. A. L.; MIGLINO, M. A.; MARIA, D. A. Bovine yolk sac: from morphology to metabolomic and proteomic profiles. **Genetics and Molecular Research**, v. 14, p. 6223-6238, 2015.

GASSER, C.L.; BEHLKE, E.J.; GRUM, D. E.; DAY, M.L. Effect of timing of feeding high concentrate diet on growth and attainment of puberty in early-weaned heifers. **Journal of Animal Science**, n. 84, p. 3118-3122, 2006a.

GAUSSEN, H.; BAGNOULS, F. Saison seche et indice xérothermique. **Bulletin de la Société d' Histoire Naturelle de Toulouse**, v. 88, p. 193-240, 1953.

GLORE, S. R.; LAYMAN, D. K. Cellular growth of skeletal muscle in weanling rats during dietary restrictions. **Growth**, v. 47, p. 403-410, 1983.

GODFREY, K. M.; BARKER, D. J. P. Fetal nutrition and adult disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 71, p. 1344-1352, 2000.

GOLDEBERG, A. D.; ALLIS, C. D.; BERNSTEIN, E. Epigenetics: a landscape takes shape. **Cell**, v. 128, p. 635-638, 2007.

GREENWOOD, P. L.; CAFÉ, L. M.; HEARNSHAW, H.; HENNESSY, D. W.; MORRIS, S. G. Consequences of prenatal and preweaning growth for yield of beef primal cuts from 30 month old Piedmontese and Wagyu-sired cattle. **Animal Production Science**, v. 49, n. 6, p. 468-478, 2009.

GREENWOOD, P. L.; HEARNSHAW, H.; CAFE, L. M.; HENNESSY, D. W.; HARPER, G. S. Nutrition in utero and pre-weaning has long term consequences for growth and size of Piedmontese and Wagyu-sired steers. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 408, 2004.

GREENWOOD, P. L.; HUNT, A. S.; HERMANSON, J. W.; BELL, A. W. Effects of birth weight and postnatal nutrition on neonatal sheep: II. Skeletal muscle growth and development. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 50-61, 2000.



HOUGHTON, P. L.; LEMENAGER, R. P.; HORSTMAN, L. A.; HENDRIX, K. S.; MOSS, G. E. Effects of body composition, pre- and postpartum energy level and early weaning on reproductive performance of beef cows and preweaning calf gain. **Journal of animal science**, v. 68, p. 1438-1446, 1990.

INSTITUTO AGRONOMICO DO PARANÁ (IAPAR). Dados meteorológicos de Londrina; Junho de 2011 a Novembro de 2013. Disponível em : <<http://www.iapar.br>>. Acesso em: 15 de março de 2016 .

IRELAND, J. J.; SCHEETZ, D.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; THEMME, A. P.; WARD, F.; LONERGAN, P.; SMITH, G. W.; PEREZ, G. L.; EVANS, A. C.; IRELAND, J. J. Antral follicle count reliably predicts number of morphologically healthy oocytes and follicles in ovaries of young adult cattle. **Biological Reproduction**, v. 79, p. 1219-1225, 2008.

JIMENEZ-CHILLARON, J. C.; DIAS, R.; MARTINEZ, D.; PENTINAT, T.; RAMON-KRAVEL, M.; RIBÓ, S.; PLOSCH, T. The role of nutrition on epigenetic modifications and their implications on health. **Biochimie**, v. 94, n. 11, p. 2242-2263, 2012.

KAUR, H.; ARORA, S. P. Dietary effects on ruminant livestock reproduction with particular reference to protein. **Nutrition Research Reviews**, v. 8, p. 121-136, 1995.

LANNA, D. P. D.; ALBERTINI, T. Z. Nutrição e genética do par vaca-bezerro: reavaliando os resultados de dez anos de pesquisa de campo. In: BITTAR, C. M. M.; SANTOS, F. A. P.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Org.). **Manejo alimentar de bovinos**. Piracicaba: Fealq. 2011. p. 315-340.

LANNA, D. P. P. Fatores condicionantes e predisponentes da puberdade e da idade de abate. In: **Anais do 4º SIMPÓSIO SOBRE A PECUÁRIA DE CORTE. PRODUÇÃO DO NOVILHO DE CORTE**, 4., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 41-78.

LARSON, D. M.; MARTIN, J. L.; ADAMS, D. C.; FUNSTON, R. N. Winter grazing system and supplementation during late gestation influence performance of beef cows and steer progeny. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 1147-1155, 2009.

LATAWIEC, E., STRASSBURG, B.B.N., VALENTIM, J.F., RAMOS, F., ALVES-PINTO, H.N. Intensification of cattle ranching production systems: socioeconomic and environmental synergies and risks in Brazil. **Animal** v. 8, p. 1255–1263, 2014.

LEAL, T. C.; FREITAS, J. E. Correlação entre produção de leite e ganho de peso de bezerros da raça Charolesa. **Anuário Técnicos IPZFO**, Porto Alegre, v. 9, p. 91-101, 1982.

LENG, R. A. Supplementation of tropical and subtropical pastures for ruminant production. In: GILCHRIST, F. M. C.; MACKIE, R. I. (Ed.). **Herbivore nutrition in the subtropical and tropics**. Craighall: The Science Press Ltda, 1984. p. 129-144.

LONG, N. M.; PRADO-COOPER, M. J.; KREHBIEL, C. R.; DE SILVA, U.; WETTEMANN, R. P. Effects of nutrient restriction of the dam during early gestation on postnatal growth, carcass and organ characteristics, and gene expression in adipose tissue and muscle. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 3251-3261, 2010.

LUSBY, K. S. *Creep feeding* beef calves. **Oklahoma Cooperative Service**, Oklahoma, 2011. 9 p (Circular, 848). Disponível em: <[www.ansi.okstate.edu/exten/beef/E-848](http://www.ansi.okstate.edu/exten/beef/E-848), pdf>. Acesso em: 2015.

LUSBY, K.; GILL, D. Suplementação de proteínas: a chave para obter ganhos de peso no gado ao final do verão. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v. 1, p. 59-69, 1996.

MALAFIA, P., CABRAL, L.S., VIEIRA, R.A.M., COSTA, R.M., CARVALHO, C.A.B. Suplementação protéico-energética para bovinos criados em pastagens: Aspectos teóricos e principais resultados publicados no Brasil. **Livest. Res. Rural. Dev.** 15, 1–8, 2003.

MARTIN, J. L.; VONNAHME, K. A.; ADAMS, D. C.; LARDY, G. P.; FUNSTON, R. N. Effects of dam nutrition on growth and reproductive performance of heifers calves. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 841-847, 2007.

MILFORD, R.; MINSON, D. J. Intake of tropical pasture species. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 9., 1965, Sao Paulo. **Proceedings...** 1965.

MINSON, D. J. **Forage in ruminant**. New York. Academic Press, 1990. 483 p.

MORAN, C.; QUIRKE, J. F.; ROCHE, J. F. Puberty in heifers. **Animal Reproduction Science**, v.18, p. 167-182, 1989.

MOSSA, F.; KENNY, D.; JIMENEZ-KRASSEL, F. Malnutrition heifers during the first trimester of pregnancy decrease the size of ovarian reserve in female offspring. **Biology of Reproduction**, v. 81, p. 135, 2009.

NAFEE, T. M.; FARRELL, W. E.; CARROLL, W. D.; FRYER, A. A.; ISMAIL, K. M. K. Epigenetic control of fetal gene expression. **National Academy Press**, v. 115, p. 7158-7168, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of beef cattle**, 7<sup>th</sup> ed. Washington, D.C.: NRC, 1996. 242 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of sheep**. 6<sup>th</sup> ed. Washington, D.C.: NRC, 1985. 99 p.

NEPOMUCENO, D. D. ; PIRES, A. V. ; FERRAZ JUNIOR, M. V. C. ; BIEHL, M. V. ; GONCALVES, J. R. ; MOREIRA, E. M. ; DAY, M. L. . effect of pre partum dam supplementation, creep-feeding and post weaning feedlot on age at puberty in Nelore heifers. **Livestock Science** , v. 195, p. 58-62, 2017.

NISSEN, P. M.; DANIELSON, V. O.; JORGENSEN, P. F.; OKSBJERG, N. Increased maternal nutrition of sows has no beneficial effects on muscle fiber number or postnatal growth and has no impact on the meat quality of the offspring. **Journal of Animal**, v. 81, p. 3018-3027, 2003.

NOGUEIRA, E.; MORAIS, M. G.; ANDRADE, V. J.; ROCHA, E. D. S.; SILVA, A. S.; BRITO, A. T. Efeito do *creep feeding* sobre o desempenho de bezerros e a eficiência reprodutiva de primíparas Nelore em pastejo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 4, p. 607-613, 2006.

NUNEZ-DOMINGUEZ, R.; CUNDIFF, L.V.; DICKERSON, G. E.; GREGORY, K. E.; KOCH, R.M. Lifetime production of beef heifers calving first at two vs three years of age. **Journal of Animal Science**, v.69, p. 3467-3479, 1991.

OLIVEIRA, J. S.; ZANINE, A.; SANTOS, E. M. Fisiologia, manejo e alimentação de bezerros de corte. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 10, n. 1, p. 39-48, 2007.

OLIVEIRA, R. L.; BARBOSA, M. A. A. F.; LADEIRA, M. M.; SILVA, M. M. P.; ZIVIANI, A. C.; BAGALDO, A. R. Nutrição e manejo de bovinos de corte na fase de cria. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 7, n. 1, p. 57-86, 2006.

PACOLA, L. J.; NASCIMENTO, J.; MOREIRA, H. A. Alimentação suplementar de bezerros zebus: influência sobre a idade dos machos ao abate e das fêmeas à primeira cobrição. **Boletim de Indústria Animal**, v. 34, n. 2, p. 177-201, 1977.

PACOLA, L. J.; RAZOOK, A. G.; BONILHA NETO, L. M.; FIGUEIREDO, L. A. Suplementação de bezerros em cocho privativo. **Boletim de Indústria Animal**, v. 46, n. 2, p. 167-175, 1989.

PAPANASTASIS, V. P. Optimum size and shape of quadrat for sampling herbage weight in grasslands of Northern Greece. **Journal of Range Management**, v. 30, n. 6, p. 446-449. 1977.

PATEL, I. S.; SRINIVASAN, M. Metabolic programming in the immediate postnatal life. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 58, n. 2, p. 18–28, 2011.

PATTERSON, D. J.; CORAH, L. R.; BRETHOUR, J. R. Evaluation of reproductive traits in *Bos Taurus* and *Bos indicus* crossbred heifers: relationship of age at puberty

to length of the postpartum interval estrus. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 7, p. 1994-1999, 1992.

PAULINO, P. V. R.; DUARTE, M. S. Programação fetal e seus impactos na produção e qualidade da carne bovina. In: VIII SIMPEC, 8., 2013. **Anais...** Lavras, MG: Suprema, 2013. p.1-13. A tecnologia a serviço da bovinocultura de corte.

POOPI, D. P.; MC LENNAN, S. R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 278-290, 1995.

PRIOR, R. L.; LASTER, D. B. Development of the bovine fetus. **Journal of Animal Science**, v. 48, p. 1546-1553, 1979.

REDMER, D. A.; WALLACE, J. M.; REYNOLDS, L. P. Effect of nutrient intake during pregnancy on fetal and placental growth and vascular development. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 27, p. 199-217, 2004.

REED, J. J.; WARD, M. A.; VONNAHME, K. A. Effects of Selenium supply and dietary restriction on maternal and fetal body weight, visceral organ mass, cellularity estimates, and jejunal vascularity in pregnant ewe lambs. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 2721-2733, 2007.

REIS, R. A.; RUGGIER, A. C.; CASAGRANDE, D. R.; PASCOA, A. G. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 147-159, 2009.

RESS, W. D. Manipulating the sulfur amino acid content of the early diet and its implications for long-term health. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 61, n. 1, p. 71-77, 2002.

RESTLE, J.; PACHECO, P. S.; PADUA, J. T.; MOLETTA, J. L.; ROCHA, M. G.; SILVA, J. H. S.; FREITAS, A. K. Efeitos da taxa de ganho de peso pré-desmama de bezerras de corte e do nível nutricional pós-parto, quando vacas, sobre a produção e composição do leite e o desempenho dos bezerros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 197-208, 2005.

REYNOLDS, L. P.; BOROWICZ, P. P.; VONNAHME, K. A.; JOHNSON, M. L.; GRAZUL-BILSKA, A. T.; REDMER, D. A.; CATON, J. S. Placental angiogenesis in sheep models of compromised pregnancy. **Journal Physiology and Animal Nutrition**, v. 565, p. 43-58, 2005.

REYNOLDS, L. P.; REDMER, D. A. Angiogenesis in the placenta. **Biology of Reproduction**, v. 64, p. 1033-1040, 2001.

ROA, J.; GALIANO, D. G.; CASTELLANO, J. M.; PINILLA, F. G. L.; TENA-SEMPERE, M. Metabolic control of puberty onset: New players, new mechanisms. **Molecular and Cellular Endocrinology**, v. 324, n. 1-2, p.87-94, 2010.

RUSSE, I. Oogenesis in cattle and sheep. **Bibliotheca Anatomica**, v. 24, p. 77-92, 1983

RUSSEL, R. G.; OTERUELO, F. T. Na ultrastrutural study of the differentiation of skeletal muscle in the bovine fetus. **Anatomy and Embryology**, v. 162, n. 4, p. 403-417, 1981.

SMITH, S. B.; CROUSE, J. D. Relative contributions of acetate, lactate na glucose to lipogenesis in bovine intramuscular and subcutaneous adipose tissue. **Journal Nutrition**, v. 114, p. 792-800, 1984.

STAFFORD, S. D.; COCHRAN, R. C.; VANZANT, E. S.; FRITZ, J. O. Evaluation of the potential of supplements to substitute for low-quality, tallgrass-prairie forage. **Journal of Animal Science**, v.74, p. 639-647, 1996.

STALKER, L. A.; ADAMS, D. C.; KLOPFENSTEIN, T. J.; FEUZ, D. M.; FUNSTON, R. N. Effects of pre and postweaning nutrition on reproduction in spring calving cows and calf feedlot performance. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 2582-2589, 2006.

STALKER, L. A.; CIMINSKI, L. A.; ADAMS, D. C.; KLOPFENSTEIN, T. J.; CLARK, R. T. Effects of pre and postpartum nutrition on reproduction in spring calving cows and calf growth. **Rangeland Ecology Management**, v. 60, p. 578-587, 2007.

STATISTICAL ANALISYS (SAS). **SAS user`s Guide**: statistics. Version 9.3. Cary: SAS, 2011.

SZYF, M. The implications of DNA methylation for toxicology: Toward toxicomethylomics, the toxicology of DNA methylation. **Toxicological Science**, v. 120, n. 2, p.235-255, 2011.

TANAKA, Y; NAKADA, K.; MORIYOSHI, M.; SAWAMUKAY, Y. Appearance and number of follicles and change in the concentration of serum FSH in female bovine fetuses. **Reproduction**, v. 121, p. 777-782, 2001.

TAYLOR, R. E.; FIELD, T. G. **Beef production and management decisions**. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 714 p.

TCHURIKOV, N. A. Molecular mechanisms of epigenetics. **Biochemistry**, v. 70, n. 4, p. 406-423, 2005.

THOMAS, V. M.; KOTT, R. W. A review of Montana winter range ewe nutrition research. **Sheep Goat Research Journal**, v. 11, p. 17-24, 1995.

VALLE, E. R.; ANDREOTTI, R.; THIAGO, L. R. S. **Estratégias para aumento da eficiência reprodutiva e produtiva em bovinos de corte**. Campo Grande: Embrapa, 1998, 80 p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 71).

VANSOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminal. 2<sup>a</sup> ed. Ithaca: **Cornell University Press**, 476 p, 1994.

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

VONNAHME, K. A.; ZHU, M. J.; BOROWICZ, P. P.; GEARY, T. W.; Hess, B. W.; REYNOLDS, L. P.; CATON, J. S.; MEANS, W. J.; FORD, S. P. Effect of early gestational undernutrition on angiogenic factor expression and vascularity in the bovine placentome. **Journal Animal Science**, v. 85, p. 2464 –2472, 2007.

WILES, P.G.; GRAY, .K.; KISSLING, R.C. Routine analysis of proteins by kjeldahl and Dumas methods: review and interlaboratory study using dairy products. **Journal of AOAC International**, v. 81, n.3, p.620-632, 1998.

WILKINS, J. F.; FRY, R. C.; HEARNshaw, H.; CAFÉ, L. M.; GREENWOOD, P.; Ovarian activity in heifers at 30 months of age following high or low growth in utero and from birth to weaning. In: AUSTRALIAN SOCIETY OF ANIMAL PRODUCTION BIENNIAL CONFERENCE, 26., 2006, Sydney. **Proceedings...** 2006. (Short Communication n.17).

WILLIAMS, G. L.; AMSTALDEN, M.; GARCIA, M. R.; STANKO, R. L.; NIZIELSKI, S. E.; MORRISON, C. D.; KEISLER, D. H. Leptin and its role in the central regulation of reproduction in cattle. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 23, p. 339-349, 2002.

WILTBANK, J. N.; ROBERTS, S.; NIX, J.; ROWDEN, L. Reproductive performance and profitability of heifers fed to weigh 272 or 318 kg at the start of the first breeding season. **Journal of Animal Science**, v. 60, p. 25-34, 1985.

WOO, M.; ISGANAITIS, E.; CERLETTI, M.; FITZPATRICK, C.; WAGERS, A. J.; JIMENEZ-CHILLARON, J.; PATTI, M. E. Early life nutrition modulates muscle mass and repair. **Stem Cells and Development**, v. 20, n.10, p. 1763-1769, 2011.

WU, G.; BAZER, F. W.; WALLACE, J. M.; SPENCER, T. E. Intrauterine growth retardation: Implications for the animal sciences. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 2316-2337, 2006.

ZHU, M. J.; FORD, S. P.; MEANS, W. J. Maternal nutrient restriction affects properties of skeletal muscle in offspring. **The Journal of Physiology**, v. 575, n. 1, p. 241-250, 2006.

ZHU, M. J.; FORD, S. P.; NATHANIELSZ, P. W.; DU, M. Effect of maternal nutrient restriction in sheep on the development of fetal skeletal muscle. **Biology of Reproduction**, v. 71, p. 1968–1973, 2004.