



**RAPHAEL EVANGELISTA ORLANDI**

**SUPLEMENTAÇÃO ENERGÉTICA E PROTEICA NO  
CRESCIMENTO FOLICULAR E NA TAXA DE PREENHEZ DE  
VACAS *Bos indicus* LACTANTES SUBMETIDAS À IATF EM  
ESTAÇÃO DE MONTA DE 110 DIAS**

**LAVRAS – MG**

**2019**

**RAPHAEL EVANGELISTA ORLANDI**

**SUPLEMENTAÇÃO ENERGÉTICA E PROTEICA NO CRESCIMENTO  
FOLICULAR E NA TAXA DE PREENHEZ DE VACAS *Bos indicus* LACTANTES  
SUBMETIDAS À IATF EM ESTAÇÃO DE MONTA DE 110 DIAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Produção e Reprodução Animal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. José Nélio de Sousa Sales

Orientador

**LAVRAS – MG  
2019**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Orlandi, Raphael Evangelista.

Suplementação energética e proteica no crescimento folicular e na taxa de prenhez de vacas *Bos indicus* lactantes submetidas à IATF em estação de monta de 110 dias / Raphael Evangelista Orlandi - 2019.

43 p. : il.

Orientador(a): José Nélio de Sousa Sales.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. IGF-1. 2. BEN. 3. Status metabólico. I. Sales, José Nélio de Sousa. II. Título.

**RAPHAEL EVANGELISTA ORLANDI**

**SUPLEMENTAÇÃO ENERGÉTICA E PROTEICA NO CRESCIMENTO  
FOLICULAR E NA TAXA DE PREENHEZ DE VACAS *Bos indicus* LACTANTES  
SUBMETIDAS À IATF EM ESTAÇÃO DE MONTA DE 110 DIAS**

**ENERGY AND PROTEIN SUPPLEMENTATION ON FOLLICULAR GROWTH  
AND PREGNANCY RATE OF *Bos indicus* LACTATING COWS SUBMITTED TO  
FTAI IN A BREEDING SEASON OF 110 DAYS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração Produção e Reprodução Animal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADO em 29 de abril de 2019

Profa. Dra. Nadja Gomes Alves  
Dr. Bruno Campos de Carvalho

UFLA  
EMBRAPA

Prof. Dr. José Nélio de Sousa Sales  
Orientador

**LAVRAS - MG  
2019**

*A Deus e a minha família por serem a base de tudo.*

*À minha noiva por sempre me dar forças e acreditar em mim.*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre estar comigo, iluminando, guiando meus passos e me orientando onde as pessoas não conseguem estar.

Ao meu pai, João Carlos, por ser o meu maior exemplo de profissional e honestidade, que tem o coração imenso, e à minha querida mãe, Rogéria, pelo infinito amor e seu jeito único de cuidar da nossa família! À minha irmã Lara, pelo companheirismo e paciência “kkkk” que me contagia! Formamos uma bela dupla! Não poderia me esquecer da nossa linda Luna, que apesar de não falar, demonstra o maior carinho e fidelidade a nós.

À minha querida Natália pela presença em minha vida, pelo carinho, amor e consideração que temos um pelo outro.

Aos meus avós, Lázara e Pedro, pelo exemplo de simplicidade, humildade e fé, e Lucena e Adelino (*in memorian*) pela educação, tradição e disciplina! Com vocês aprendi a viver e dar valor em coisas que o dinheiro não pode comprar!

A um dos meus grandes ídolos, Tio César (*in memorian*), talvez um dos grandes responsáveis por eu ter me tornado médico veterinário. Foi o primeiro a me apresentar os grandes animais na fazenda. Agradeço ainda todos os meus familiares que me apoiam e formam a grande base que me sustenta!

À Universidade Federal de Lavras e ao meu orientador, Prof. Dr. José Nélio, pela oportunidade, profissionalismo e amizade! Aos colegas de pós-graduação e graduação que me ajudaram na execução desse e tantos outros trabalhos! Tive o prazer de conviver com vocês esses últimos anos, e formarmos juntos uma grande equipe! Agradeço ainda, os grandes professores que colaboraram com o nosso trabalho!

Ao amigo João Paulo, da Agropecuária Água Preta, e todos os funcionários que me acolheram de forma especial e possibilitaram a execução dessa e outras pesquisas!

À Matriz Genética, pela oportunidade de dar seguimento na minha carreira e acreditar em mim!

Aos grandes amigos da UFLA, de Lavras, do Mato Grosso e do “BOIADA”! Por todos os momentos que vivemos! Vocês me mostraram o valor que tem uma amizade! “Tamo junto”!

E, por fim, agradeço aos eternos e fiéis amigos animais!

## RESUMO GERAL

Em vacas de corte, a presença do bezerro e o balanço energético negativo são os dois fatores que mais impactam na retomada da ciclicidade no pós-parto, devido ao efeito negativo na frequência de pulsos de LH e desenvolvimento folicular. Dessa forma, a associação entre os protocolos de sincronização da ovulação e tratamentos que aumentam a pulsatilidade de LH são desejáveis para melhorar a eficiência reprodutiva dos rebanhos. A suplementação alimentar é uma estratégia que poderia ser utilizada com objetivo de antecipar o momento de concepção das novilhas e aumentar a taxa de prenhez de vacas. No entanto, essa suplementação em grande parte dos sistemas de cria extensivos no Brasil é feita apenas com uso de sal mineral. Dessa forma, o objetivo com esse estudo foi avaliar o efeito da suplementação energética e proteica associada ao protocolo de IATF, no crescimento folicular e na taxa de prenhez de vacas Nelores lactantes. Para isso, as vacas foram distribuídas em 2 grupos experimentais. O grupo Controle (n=169) não recebeu suplementação e o grupo Suplemento (n=173) recebeu 2,5kg de suplemento por 26 dias durante o protocolo de IATF. Verificou-se que as vacas suplementadas tiveram maior diâmetro folicular, taxa de ovulação, diâmetro do corpo lúteo e taxa de prenhez ao final da estação de monta, comparadas ao grupo controle. Portanto, a suplementação energética e proteica associada ao protocolo de IATF aumentou a fertilidade de vacas Nelore lactantes ao final da estação de monta de 110 dias.

**Palavras-chave:** IGF-1, BEN, Status metabólico

## GENERAL ABSTRACT

In beef cows, suckling calf presence and the negative energy balance are the two factors that most impact on the resumption of the postpartum cyclicity, due to the negative effect on the frequency of LH pulses and follicular development. Thus, the association between ovulation synchronization protocols and treatments that increase LH pulsatility are desirable to improve the reproductive efficiency of herds. Alimentary supplementation is a strategy that could be used to anticipate the time of conception of heifers and to increase the pregnancy rate of cows. However, this supplementation in most of the extensive beef cattle production systems in Brazil is made only with the use of mineral salt. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of energy and protein supplementation associated with the FTAI protocol, on follicular growth and pregnancy rate of lactating Nelore cows. For this, the cows were distributed in 2 experimental groups. The Control group (n=169) did not receive supplementation and the Supplement group (n=173) received 2.5kg of supplementation for 26 days during the TAI protocol. It was verified that the supplemented cows had greater follicular diameter, ovulation rate, corpus luteum diameter and pregnancy rate at the end of the breeding season, compared to the control group. Therefore, the energetic and protein supplementation associated with the FTAI protocol increased the fertility of lactating Nelore cows at the end of the 110-day breeding season.

**Keywords:** IGF-1, NEB, Metabolic status

## SUMÁRIO

	<b>PRIMEIRA PARTE .....</b>	<b>9</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1</b>	<b>Pós-parto e retomada da ciclicidade em vacas de corte .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2</b>	<b>Presença do bezerro .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3</b>	<b>Nutrição .....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.1</b>	<b>Relação entre escore de condição corporal e reprodução .....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Relação entre metabólitos sanguíneos e retorno à ciclicidade .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3.3</b>	<b>Relação entre nutrição e foliculogênese .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3.4</b>	<b>Relação entre nutrição e qualidade oocitária .....</b>	<b>13</b>
<b>2.4</b>	<b>Estratégias nutricionais para melhorar a eficiência reprodutiva.....</b>	<b>14</b>
<b>2.4.1</b>	<b>Suplementação energética .....</b>	<b>15</b>
<b>2.4.2</b>	<b>Suplementação proteica.....</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>18</b>
	<b>SEGUNDA PARTE - ARTIGO.....</b>	<b>25</b>
	<b>SUPLEMENTAÇÃO ENERGÉTICA E PROTEICA NO CRESCIMENTO FOLICULAR E NA TAXA DE PRENHEZ DE VACAS Bos indicus LACTANTES SUBMETIDAS À IATF EM ESTAÇÃO DE MONTA DE 110 DIAS .....</b>	<b>25</b>

## PRIMEIRA PARTE

### 1 INTRODUÇÃO

Para alcançar uma pecuária competitiva e rentável, é essencial que se tenha alta eficiência reprodutiva. Dessa forma, a atividade de cria se torna o ponto de partida para aumentar a produção de bezerros. No Brasil Central a concentração de partos ocorre de agosto a dezembro, sendo que, bezerros nascidos nesse período apresentam maior peso a desmama que os nascidos no restante do ano (BOCCHI, 2003). Assim, as vacas tem o seu terço final de gestação e o pré-parto acontecendo no final do período seco, quando se tem baixa disponibilidade e qualidade de forragem, prejudicando a relação suprimento e demanda energética desses animais, o que aumenta o desafio de emprenhar as vacas no início da estação de monta (PAULINO *et al.*, 2004).

Apesar de no Brasil a maioria do rebanho ser constituído de raças zebuínas, animais com maior adaptabilidade às condições climáticas, os índices reprodutivos dessas fêmeas são baixos em função do longo período de anestro pós-parto (RUIZ-CORTÉS; OLIVERA-ANGEL, 1999). Fatores como o déficit nutricional (DISKIN *et al.*, 2003), categoria animal (primíparas; GRIMARD; THIBIER, 1995) e a presença do bezerro (WILLIAMS *et al.*, 1983) reduzem a pulsatilidade de LH e aumentam o período de anestro pós-parto.

A suplementação alimentar é uma estratégia que poderia ser utilizada com objetivo de antecipar o momento de concepção das novilhas e aumentar a taxa de prenhez de vacas. No entanto, essa suplementação em grande parte dos sistemas de cria extensivos no Brasil é feita apenas com uso de sal mineral (PERES *et al.*, 2016). Dessa forma, a associação entre os protocolos de sincronização da ovulação e tratamentos que aumentam a pulsatilidade de LH são desejáveis para melhorar a eficiência reprodutiva dos rebanhos. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da suplementação energético-proteica de curta duração na fertilidade de vacas *Bos indicus* em anestro pós-parto, submetidas à IATF.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Pós-parto e retomada da ciclicidade em vacas de corte.**

Um dos grandes desafios e objetivos em fazendas de criação de gado de corte é obter um parto por vaca por ano. O retorno a ciclicidade após o parto é muito importante para que as vacas consigam reestabelecer nova gestação. Assim, considerando período gestacional médio de 285 dias, restam-se 80 dias após o parto para atingir tal eficiência (YAVAS; WALTON, 2000). Em condições fisiológicas sem complicações ao parto, geralmente 30 dias são necessários para que a involução uterina seja completa (CROWE; DISKIN; WILLIAMS, 2014). Embora a retomada da ciclicidade em vacas de leite ocorra por volta de 2 a 3 semanas após o parto, em vacas de corte, principalmente *Bos indicus*, a primeira ovulação ocorre entre 35 e 60 dias, podendo-se estender por mais tempo em alguns animais (YAVAS; WALTON, 2000).

O crescimento folicular e ovulação nesse período dependem da reconstituição dos padrões de liberação dos hormônios gonadotróficos. A secreção do hormônio luteinizante (LH) é baixa imediatamente após o parto e vai aumentando progressivamente em frequência e amplitude culminando com a primeira ovulação (D'OCCHIO; BARUSELLI; CAMPANILE, 2019). Para que ocorra o crescimento final do folículo dominante e posteriormente ovulação são necessários frequência de 1 pulso de GnRH/LH por hora (CROWE; DISKIN; WILLIAMS, 2014). Na maioria das vacas de corte lactantes, o eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal recupera a capacidade de sintetizar o LH e os ovários de responder ao aumento da frequência do pulso de LH, em média 30 dias após o parto (MACKEY *et al.*, 2000). No entanto, efeitos diretos no hipotálamo de fatores como a presença do bezerro, desbalanço energético no início da lactação (nutrição), a categoria animal (primíparas), a estação do ano e a bioestimulação por touros influenciam a retomada da ovulação (CROWE; DISKIN; WILLIAMS, 2014). Embora muitos fatores possam interferir no anestro pós parto, a nutrição e a presença do bezerro são os principais determinantes para a retomada da atividade ovariana cíclica (MONTIEL; AHUJA, 2005), os quais abordaremos nessa revisão.

### **2.2 Presença do bezerro**

Um dos principais fatores que afetam a retomada da ciclicidade em vacas de corte é a presença do bezerro (STAGG *et al.*, 1995). Estudos demonstraram que a percepção do bezerro pela vaca aumenta a sensibilidade do hipotálamo ao efeito de “feedback” negativo ao estrógeno, devido a liberação de peptídeos opióides endógenos que agem no centro gerador de pulsos de GnRH no hipotálamo (STEVENSON *et al.*, 1994). Tal ação provoca supressão da liberação de pulsos de LH, falha na ovulação e, conseqüentemente, anestro pós-parto prolongado (MURPHY; BOLAND; ROCHE, 1990; YAVAS; WALTON, 2000). A remoção dos bezerros por 48 horas foi associada com aumento nas taxas de prenhez e o número de vacas prenhas no início da estação de monta (VASCONCELOS, M. *et al.*, 2009). Porém, quando os bezerros retornam ao contato com as mães, a baixa pulsatilidade de LH dessas vacas é reestabelecida (SHIVELY; WILLIAMS, 1989). Segundo alguns autores, a presença do bezerro tem ação de supressão de LH via hipotálamo, não influenciando a liberação de LH após administração exógena de GnRH (WILLIAMS *et al.*, 1982).

### **2.3 Nutrição**

Outro fator de grande impacto na retomada da ciclicidade no pós-parto em vacas de corte é a nutrição. A maioria das fazendas que fazem estação de monta principalmente em regiões tropicais do Brasil, geralmente iniciam as atividades em novembro, quando aumenta a disponibilidade e qualidade de forragem. Dessa forma, a grande demanda nutricional no terço final de gestação e os partos ocorrem no final do período seco, que é caracterizado por baixa disponibilidade e qualidade de forragem. Assim, o consumo inadequado de proteína e energia durante o terço final de gestação e pós-parto recente resulta em baixo escore de condição corporal ao parto e aumento do intervalo parto-concepção em vacas de corte (LAFLAMMEL; CONNOR, 1992).

#### **2.3.1 Relação entre escore de condição corporal e reprodução**

A nutrição e escore de condição corporal (ECC) estão relacionados com a retomada da ciclicidade no pós-parto de vacas de corte (D’OCCHIO; BARUSELLI; CAMPANILE, 2019). O ECC ao parto é indiscutivelmente o fator mais importante correlacionado ao período de anestro pós parto (CROWE; DISKIN; WILLIAMS, 2014; DEROUEN *et al.*, 1994). Morrison *et al.* (1999) relataram que mudanças no peso e ECC durante terço final de gestação tiveram menor impacto que o ECC ao parto em determinar a retomada da ciclicidade pós-parto de

vacas de corte. Vacas com ECC relativamente bom (entre 5 e 6 na escala de 1 à 9; RICHARDS; SPITZER; WARNER, 1986) ao parto, além de retomar a ciclicidade mais cedo, produzem bezerros mais pesados e saudáveis. Essa característica influencia positivamente o desenvolvimento das novilhas de reposição que serão inseminadas posteriormente (CORAH; DUNN; KALTENBACH, 1975). Adequado ECC ao parto proporcionará melhor percentual de gordura subcutânea, que será utilizada como fonte de energia prontamente disponível durante o pós-parto, quando a exigência nutricional aumenta devido à lactação (AYRES *et al.*, 2009).

### **2.3.2 Relação entre metabólitos sanguíneos e retorno à ciclicidade**

A glicose é um dos mais importantes substratos utilizado pelo sistema nervoso central (HESS *et al.*, 2005). Sua inadequada disponibilidade reduz a liberação hipotalâmica de GnRH e, conseqüentemente, de FSH e LH na hipófise (HESS *et al.*, 2005). No balanço energético negativo após o parto ocorre redução da disponibilidade de glicose e aumento da mobilização de reservas corporais de tecido adiposo. Tal condição promove a formação de ácidos graxos não esterificados (AGNE) no fígado (GRIMARD *et al.*, 1995). A mobilização de gorduras corporais ocorre de forma mais intensa em vacas de leite de alta produção do que em vacas de corte (SARTORI; GUARDIEIRO, 2010). A insuficiência de glicose e o excesso de formação de AGNE sobrecarregam o fígado promovendo a formação de corpos cetônicos, dentre os quais se destaca o beta-hidroxibutirato (HESS *et al.*, 2005). Concomitante à alteração na concentração desses metabólitos, verificou-se redução nas concentrações e pulsatilidade de LH, demonstrando que esses metabólitos possam afetar negativamente a retomada da ciclicidade (DICOSTANZO; WILLIAMS; KEISLER, 1999).

Vale ressaltar que atividades fisiológicas de manutenção e produção de leite têm prioridades na utilização de energia sobre o processo reprodutivo, tais como a retomada da ciclicidade, estabelecimento e manutenção de nova gestação (GRIMARD *et al.*, 1997; GUEDON; SAUMANDE; DESBALS, 1999; SHORT *et al.*, 1990), o que aumenta o desafio de eficiência reprodutiva.

### **2.3.3 Relação entre nutrição e foliculogênese**

Após o recrutamento do folículo primordial, o mesmo persiste em crescimento até que ocorra a ovulação ou atresia. O mecanismo pelo qual os folículos primordiais serão recrutados

e como esse evento é desencadeado não estão totalmente esclarecidos e pode levar cerca de 90 dias (CAMPBELL; SCARAMUZZI; WEBB, 1995). Os folículos primordiais se desenvolvem inicialmente por fatores de crescimento secretados pelas células da granulosa que circundam o oócito até formação do antro folicular, quando passam a ser dependentes de gonadotrofinas (WEBB *et al.*, 2004). Após essa fase, além de fatores de crescimento e gonadotrofinas, os folículos podem ser influenciados por fatores externos como a nutrição (LEROY *et al.*, 2008).

A quantidade de energia disponível é um dos principais fatores nutricionais ligados à dinâmica folicular (ARMSTRONG; GONG; WEBB, 2003). No pós-parto recente, folículos maiores que 7,5mm de diâmetro geralmente são ausentes em vacas de corte (RYAN *et al.*, 1994), porém o grau de subnutrição pode alterar os padrões típicos de crescimento folicular e ovulação (MONTIEL; AHUJA, 2005). Estudos demonstraram que o excesso de energia na dieta pode aumentar o número de folículos recrutados (GONG *et al.*, 2002; GUTIERREZ *et al.*, 1997). Por outro lado, Sartori *et al.* (2007) verificaram que a alta ingestão de matéria seca pode reduzir o número de folículos recrutados. Além dos efeitos no recrutamento, a nutrição pode influenciar o crescimento final do folículo dominante. Vacas que não atingem as exigências de manutenção na alimentação, apresentam comprometimento no crescimento folicular (MURPHY *et al.*, 1991). A restrição alimentar acarreta menor tamanho e persistência do folículo dominante (MURPHY *et al.*, 1991), redução na taxa de crescimento e no diâmetro do folículo ovulatório e, menores concentrações de LH (BOSSIS *et al.*, 1999). A redução das concentrações de LH está associada a efeitos inibitórios no hipotálamo e hipófise que conseqüentemente reduzem o crescimento folicular (DISKIN *et al.*, 2003). Em situações como essa, apesar de haver crescimento folicular, frequentemente não se observa ovulação do folículo dominante, o que é comum em vacas de corte com baixo escore de condição corporal (STAGG *et al.*, 1995).

#### **2.3.4 Relação entre nutrição e qualidade oocitária**

O oócito passa por várias alterações fisiológicas durante o longo período de crescimento folicular e reinicia a meiose induzida por fatores sintetizados pelas células da granulosa e teca (CECCONI *et al.*, 2004; MIYANO, 2003). Em decorrência disso, o oócito fica sujeito a influências por fatores externos, como a nutrição, que podem modificar o ambiente folicular (LEROY *et al.*, 2008).

Após a fecundação, além do material genético, o oócito é responsável por fornecer alguns componentes presentes no seu citoplasma como proteínas e organelas que são

essenciais para o desenvolvimento embrionário inicial. Dessa forma, quaisquer alterações no citoplasma oocitário influencia o crescimento do futuro embrião (SCHULTZ, 2002).

Alguns autores verificaram altas concentrações de AGNEs no líquido folicular de vacas leiteiras que estavam em balanço energético negativo no pós parto recente (LEROY *et al.*, 2005). Posteriormente, estudos *in vitro* demonstraram que altas concentrações de AGNEs e baixas concentrações de glicose no momento de maturação do oócito, provocaram efeitos prejudiciais no desenvolvimento embrionário (LEROY *et al.*, 2008). Além disso, hormônios extra ovarianos como a insulina e a leptina, e ainda, fatores de crescimento locais podem estar envolvidos nos mecanismos pelos quais a dieta poderia interferir na qualidade dos oócitos (WEBB *et al.*, 2004), pois adequadas concentrações de insulina e IGF-1 são importantes para os processos de crescimento folicular e maturação oocitária (ARMSTRONG *et al.*, 2002; LANDAU *et al.*, 2000). Porém, o excesso de IGF-1 livre intrafolicular, em casos de dietas que reduzem a concentração de IGFBP, pode apresentar efeito negativo sobre a competência oocitária (ARMSTRONG *et al.*, 2002).

A alta ingestão de energia resultou em redução do desenvolvimento embrionário e menor viabilidade tanto *in vitro* quanto *in vivo* em fêmeas ruminantes superovuladas ou submetidas à aspiração folicular (SARTORI *et al.*, 2007). Essas vacas com alto ECC ou consumindo muita energia na dieta podem apresentar quadro de hiperinsulinemia ou resistência periférica à insulina. Esse quadro está associado a redução da qualidade oocitária e produção *in vitro* de embriões (ADAMIÁK *et al.*, 2005; SALES *et al.*, 2015). Além disso, essas fêmeas com alto ECC, geralmente têm elevadas concentrações de glicose e IGF-1 que podem interferir no transporte de glicose nos embriões e aumentar a apoptose (SANTOS; CERRI; SARTORI, 2008). Além disso, a alta atividade metabólica desses animais devido ao excesso de ingestão de matéria seca reduzem as concentrações dos hormônios esteroides, principalmente a progesterona e o estrógeno (SARTORI; GUARDIEIRO, 2010; WILTBANK *et al.*, 2006).

## **2.4 Estratégias nutricionais para melhorar a eficiência reprodutiva**

A importância da nutrição em diversos aspectos da reprodução está bem estabelecida na literatura (D'OCCHIO; BARUSELLI; CAMPANILE, 2019). A busca por alternativas de suplementação para melhorar a eficiência reprodutiva continuará em intensa investigação, pois o manejo nutricional é ponto chave que pode ser amplamente manipulado e tem grande impacto na rentabilidade de fazendas.

### 2.4.1 Suplementação energética

A energia é essencial para o bom desempenho reprodutivo do animal (HESS *et al.*, 2005). Vacas de corte que não têm o consumo adequado de energia para suprir a demanda energética, possuem maior intervalo parto primeira ovulação e menores taxas de prenhez (HESS *et al.*, 2005). Forragens tropicais, comuns nas regiões de maior produção de gado de corte no Brasil, geralmente não suprem as exigências energéticas de uma vaca Nelore lactante, principalmente na época seca do ano, onde se tem baixo NDT, PB e alto FDN, caracterizando uma forragem de menor valor nutritivo (MOORE; KUNKLE; BROWN, 1991). Por isso, a busca por alternativas de programas de suplementação energética faz-se necessário para maximizar a eficiência do rebanho. Os benefícios desse tipo de suplementação estão diretamente ligados à atuação de hormônios e metabólitos como a leptina, insulina, GH e IGF-1, que são positivamente influenciados pelo consumo de energia e pela condição corporal (HESS *et al.*, 2005; SPICER, 2001).

Na indução de puberdade em novilhas cruzadas (Hereford x Angus), verificou-se que a suplementação altamente energética (73% milho, 53% amido) durante 60 dias antes da estação de monta aumentou a porcentagem de novilhas ciclando na estação de monta, sem interferir no peso dos animais em relação ao grupo que consumiu dieta de baixa energia (49% milho, 37% amido, CICCIONI *et al.*, 2005)

Embora alguns autores tenham relatado correlação positiva entre maior P<sub>4</sub> pós IA e taxa de concepção (DEMETRIO *et al.*, 2007; STRONGE *et al.*, 2005) a suplementação com milho moído após a IATF aumentou as taxas de concepção (58,4% vs. 41,9%), apesar de diminuir as concentrações de progesterona (1,28 vs. 1,58 ng/ml), no grupo suplementado (PESCARA *et al.*, 2010). Estudos anteriores mostraram que o aumento do consumo alimentar em vacas de corte e leite diminuem as concentrações de progesterona, em resultado ao aumento da metabolização desse hormônio pelo fígado (COOKE *et al.*, 2007; SANGSRITAVONG *et al.*, 2002; VASCONCELOS, J. L. M. *et al.*, 2003). Sabe-se que a progesterona na fase inicial da gestação é crucial para aumentar as chances de manutenção da prenhez, por preparar o ambiente uterino e controlar a ação de hormônios que possam interromper a gestação (PESCARA *et al.*, 2010).

Em outro estudo, a suplementação [1kg de milho moído durante o protocolo de IATF (11 dias) e 2,2kg de milho moído até do diagnóstico de gestação (30 dias)] aumentou as

concentrações de IGF-1, leptina e GH que foram positivamente correlacionadas com a taxa de prenhez (Peres *et al.* 2016).

A suplementação energética tem sido bastante utilizada em sistemas de produção, principalmente para minimizar os efeitos do balanço energético negativo (MAGGIONI *et al.*, 2008).

#### **2.4.2 Suplementação proteica**

A utilização adequada de alimentos proteicos e suplementos nitrogenados não proteicos são importantes para o fornecimento de proteína degradável no rúmen (PDR), que proverá nitrogênio necessário para síntese de proteína microbiana e, fontes de proteína não degradada no rúmen (PNDR) para o fornecimento de aminoácidos absorvíveis no intestino delgado (NRC, 2001).

Em situações onde se tem excesso de PDR na dieta ou problemas na disponibilização de energia e proteína no rúmen, ocorre um aumento na liberação de amônia que excede a utilização pelos microrganismos, e dessa forma têm-se maior concentração de amônia e ureia no sangue (NRC, 2001). Tal situação pode aumentar o balanço energético negativo no início da lactação, pois existe gasto energético adicional de detoxicação de amônia a ureia no fígado (BUTLER, 2000).

Em vacas de leite, o excesso de proteína na dieta tem sido associado a menor eficiência reprodutiva (BUTLER; CALAMAN; BEAM, 1996; CANFIELD; SNIFFEN; BUTLER, 1990; ELROD; BUTLER, 1993; ELROD; VAN AMBURGH; BUTLER, 1993). Em novilhas de leite, o excesso de proteína na dieta não aumentou o ganho de peso dos animais, e reduziu a taxa de prenhez ao primeiro serviço [Suplemento proteico 61% e Controle 82% (ELROD; BUTLER, 1993)].

Na transferência de embriões, Bode *et al.* (2001) e Rhoads *et al.* (2006) verificaram que embriões coletados de vacas com concentração de nitrogênio ureico no plasma (NUP) inferior a 19mg/dL resultaram em taxa de gestação aproximadamente 24% maior do que embriões coletados de vacas com concentração de NUP igual ou superior a 19 mg/dL. Esta diferença ocorreu apesar dos embriões coletados de ambos os grupos de vacas nos dois estudos serem classificados como excelentes e bons.

Alguns trabalhos obtiveram resultados positivos com a suplementação proteica. Mulliniks *et al.* (2013) compararam diferentes formas de suplementação proteica no desempenho reprodutivo de novilhas cruzadas britânicas, utilizando forragens nativas com

alta suplementação de proteínas não degradáveis no rúmen. Ambos os grupos receberam 0,9kg/dia de suplemento com 36% de PB, sendo um grupo com 36% de PNDR e o outro com 50% de PNDR. No estudo, a taxa de prenhez foi 13% ( $P=0,002$ ) maior para as vacas que receberam 50% de PNDR na dieta do que grupo de vacas que receberam 36% PNDR.

### 3 REFERÊNCIAS

- ADAMIAK, S. J. *et al.* Impact of Nutrition on Oocyte Quality : Cumulative Effects of Body Composition and Diet Leading to Hyperinsulinemia in Cattle. **Biology of Reproduction**, v. 73, n. June, p. 918–926, 2005.
- ARMSTRONG, D. G. *et al.* Insulin-like growth factor ( IGF ) system in the oocyte and somatic cells of bovine preantral follicles. **Reproduction**, v. 123, p. 789–797, 2002.
- ARMSTRONG, D. G.; GONG, J. G.; WEBB, R. Interactions between nutrition and ovarian activity in cattle: physiological, cellular and molecular mechanisms. **Reproduction Domestic Ruminants**, v. 61, p. 403–414, 2003.
- AYRES, H. *et al.* Validation of body condition score as a predictor of subcutaneous fat in Nelore (*Bos indicus*) cows. **Livestock Science**, v. 123, n. 2–3, p. 175–179, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2008.11.004>>.
- BOCCHI, A. L. Fatores de meio que influenciam o peso à desmama de bovinos da raça Nelore em diferentes regiões geográficas. **Dissertação de mestrado, FCAV, UNESP, Jaboticabal**, 2003.
- BODE, M. L.; GILBERT, R. O.; BUTLER, W. R. Effect of high plasma urea nitrogen levels on bovine embryo quality and development. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 116, 2001.
- BOSSIS, I. *et al.* Nutritionally Induced Anovulation in Beef Heifers : Ovarian and Endocrine Function Preceding Cessation of Ovulation. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 1536–1546, 1999.
- BUTLER, W. R. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 61, n. August 2000, p. 449–457, 2000.
- BUTLER, W. R.; CALAMAN, J. J.; BEAM, S. W. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. April 1996, p. 858–865, 1996.
- CAMPBELL, B. K.; SCARAMUZZI, R. J.; WEBB, R. Control of antral follicle development and selection in sheep and cattle. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 49, n. June 2014, p. 335–350, 1995.

CANFIELD, R. W.; SNIFFEN, C. J.; BUTLER, W. R. Effects of excess degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 73, n. 9, p. 2342–2349, 1990. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(90\)78916-3](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(90)78916-3)>.

CECCONI, S. *et al.* Granulosa cell-oocyte interactions. **European Journal of Obstetrics e Gynecology and Reproductive Biology**, v. 115, p. 19–22, 2004.

CICCIOLI, N. H. *et al.* Incidence of puberty in beef heifers fed high-or low-starch diets for different periods before breeding. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 11, p. 2653–2662, 2005.

COOKE, R. F. *et al.* Effects of supplement type on performance , reproductive , and physiological responses of Brahman-crossbred females. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. October, p. 2564–2574, 2007.

CORAH, L. R.; DUNN, T. G.; KALTENBACH, C. C. Influence of prepartum nutrition on the reproductive performance of beef females and the performance of their progeny. **Journal of Animal Science**, v. 41, n. 03, p. 819–824, 1975.

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

D'OCCHIO, M. J.; BARUSELLI, P. S.; CAMPANILE, G. Influence of nutrition, body condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: A review.

**Theriogenology**, v. 125, p. 277–284, 2019. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0093691X18305168>>.

DEMETRIO, D. G. B. *et al.* Factors affecting conception rates following artificial insemination or embryo transfer in lactating holstein cows or embryo transfer in lactating holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. November 2016, p. 5073–5082, 2007.

DEROUEN, S. M. *et al.* Prepartum body condition and weight influences on reproductive performance of first-calf beef cows. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 5, p. 1119–1125, 1994.

- DICOSTANZO, A.; WILLIAMS, J. E.; KEISLER, D. H. Effects of short-or long-term infusions of acetate or propionate on luteinizing hormone, insulin, and metabolite concentrations in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 11, p. 3050–3056, 1999.
- DISKIN, M. G. *et al.* Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 78, n. 3–4, p. 345–370, 2003.
- ELROD, C. C.; BUTLER, W. R. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. March, p. 694–701, 1993.
- ELROD, C. C.; VAN AMBURGH, M.; BUTLER, W. R. Alterations of pH in response to increased dietary protein in cattle are unique to the uterus. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. March, p. 702–706, 1993.
- GONG, J. G. *et al.* Effect of dietary-induced increases in circulating insulin concentrations during the early postpartum period on reproductive period on reproductive function in dairy cows. **Reproduction**, v. 123, p. 419–427, 2002.
- GRIMARD, B. *et al.* Absence of response to oestrus induction and synchronization treatment is related to lipid mobilization in suckled beef cows. **Reproduction Nutrition Development**, v. 37, n. March, p. 129–140, 1997.
- GRIMARD, B. *et al.* Influence of postpartum energy restriction on energy status, plasma LH and oestradiol secretion and follicular development in suckled beef cows. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 104, n. May, p. 173–179, 1995.
- GRIMARD; THIBIER, M. Influence of postpartum energy restriction on energy status , plasma. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 104, p. 173–179, 1995.
- GUEDON, L.; SAUMANDE, J.; DESBALS, B. Relationships between calf birth weight, prepartum concentrations of plasma energy metabolites and resumption of ovulation postpartum in limousine suckled beef cows. **Theriogenology**, v. 52, n. 99, p. 779–789, 1999.
- GUTIERREZ, C. G. *et al.* The Recruitment of Ovarian Follicles Is Enhanced by Increased Dietary Intake in Heifers. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. July, p. 1876–1884, 1997.

HESS, B. W. *et al.* Nutritional controls of beef cow reproduction. **Journal of Animal Science**, v. 3684, n. 04, p. 90–106, 2005.

LAFLAMMEL, L. F.; CONNOR, M. L. Effect of postpartum nutrition and cow body condition at parturition on subsequent performance of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. Dez 1992, p. 843–851, 1992.

LANDAU, S. *et al.* Preovulatory follicular status and diet affect the insulin and glucose content of follicles in high-yielding dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v. 64, p. 181–197, 2000.

LEROY, J. *et al.* Non-esterified fatty acids in AC of dairy cows and their effect on developmental capacity of bovine oocytes in vitro. **Society for Reproduction and Fertility**, v. 130, n. November, p. 485–495, 2005.

LEROY, J. *et al.* Reduced Fertility in High-yielding Dairy Cows : Are the Oocyte and Embryo in Danger ? Part II Mechanisms Linking Nutrition and Reduced Oocyte and Embryo Quality in High-yielding Dairy Cows. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 43, p. 623–632, 2008.

MACKEY, D. R. *et al.* The effect of acute nutritional change on follicle wave turnover , gonadotropin , and steroid concentration in beef heifers . The online version of this article , along with updated information and services , is located on the World Wide Web at : The effe. **Journal of Animal Science**, n. 78, p. 429–442, 2000.

MAGGIONI, D. *et al.* Efeito da nutrição sobre a reprodução de ruminantes: uma revisão. **Pubvet**, v. 2, n. 11, 2008.

MIYANO, T. Bringing up small oocytes to eggs in pigs and cows. **Theriogenology**, v. 59, p. 61–72, 2003.

MONTIEL, F.; AHUJA, C. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: A review. **Animal Reproduction Science**, v. 85, n. 1–2, p. 1–26, 2005.

MOORE, J. E.; KUNKLE, W. E.; BROWN, W. F. Forage quality and the need for protein and energy. **Florida beef cattle Short Course**, p. 196, 1991.

MORRISON, D. G.; SPITZER, J. C.; PERKINS, J. L. Influence of Prepartum Body Condition Score Change on Reproduction in Multiparous Beef Cows Calving in Moderate Body Condition. **American Society of Animal Science**, v. 77, p. 1048–1054, 1999.

MULLINIKS, J. T. *et al.* Metabolizable protein supply while grazing dormant winter forage during heifer development alters pregnancy and subsequent in-herd retention rate. **Journal of Animal Science**, v. 91, p. 1409–1416, 2013.

MURPHY, M. G. *et al.* Effect of dietary intake on pattern of growth of dominant follicles during the oestrous cycle in beef heifers. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 92, p. 333–338, 1991.

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

NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington: National Academy Press: [s.n.], 2001.

PAULINO, M. F. *et al.* Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. 2004, [S.l.: s.n.], 2004. p. 93–144.

PERES, R. F. G. *et al.* Efeito da suplementação à base de milho por 41 dias durante o início do protocolo de IATF no perfil metabólico e desempenho reprodutivo de fêmeas nelore. 2016, [S.l.: s.n.], 2016.

PESCARA, J. B. *et al.* Serum progesterone concentration and conception rate of beef cows supplemented with ground corn after a fixed-time artificial insemination protocol. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 1, p. 130–135, 2010.

RHOADS, M. L. *et al.* Detrimental effects of high plasma urea nitrogen levels on viability of embryos from lactating dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v. 91, p. 1–10, 2006.

RICHARDS, M. W.; SPITZER, J. C.; WARNER, M. B. Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 62, n. 2, p. 300–306, 1986.

RUIZ-CORTÉS, Z. T.; OLIVERA-ANGEL, M. Ovarian follicular dynamics in suckled zebu (*Bos indicus*) cows monitored by real time ultrasonography. **Animal Reproduction Science**,

v. 54, n. 4, p. 211–220, 1999.

RYAN, D. P. *et al.* Ovarian follicular recruitment, granulosa cell steroidogenic potential and growth hormone/insulin-like growth factor-I relationships in suckled beef cows consuming high lipid diets: effects of graded differences in body condition maintained during the pue. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 11, n. 2, p. 161–174, 1994.

SALES, J. N. S. *et al.* Effects of a high-energy diet on oocyte quality and in vitro embryo production in *Bos indicus* and *Bos taurus* cows. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 5, p. 3086–3099, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-8858>>.

SANGSRITAVONG, S. *et al.* High Feed Intake Increases Liver Blood Flow and Metabolism of Progesterone and Estradiol-17  $\beta$  in Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 11, p. 2831–2842, 2002. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74370-1](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74370-1)>.

SANTOS, J. E. P.; CERRI, R. L. A.; SARTORI, R. Nutritional management of the donor cow. **Theriogenology**, v. 69, p. 88–97, 2008.

SARTORI, R. *et al.* Influência da ingestão alimentar na produção de embriões bovinos. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 35, p. 869–873, 2007.

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

SCHULTZ, R. M. The molecular foundations of the maternal to zygotic transition in the preimplantation embryo. **Human Reproduction Update**, v. 8, n. 4, p. 323–331, 2002.

SHIVELY, T. E.; WILLIAMS, G. L. Patterns of tonic luteinizing hormone release and ovulation frequency in suckled anestrus beef cows following varying intervals of temporary weaning. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 6, n. 4, p. 379–387, 1989.

SHORT, R. E. *et al.* Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. January, p. 799–816, 1990.

SPICER, L. J. Leptin : a possible metabolic signal affecting reproduction. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 21, p. 251–270, 2001.

STAGG, K. *et al.* Follicular development in long-term anoestrous suckler beef cows fed two levels of energy postpartum. **Animal Reproduction Science**, v. 4320, n. 94, p. 49–61, 1995.

STEVENSON, J. S. *et al.* Estrus, Ovulation, Luteinizing Hormone, and Suckling-Induced Hormones in Mastectomized Cows With and Without Unrestricted Presence of the Calf.

**Animal Science**, v. 72, n. 93, p. 690–699, 1994.

STRONGE, A. J. H. *et al.* Post-insemination milk progesterone concentration and embryo survival in dairy cows. **Theriogenology**, v. 64, p. 1212–1224, 2005.

VASCONCELOS, J. L. M. *et al.* Acute reduction in serum progesterone concentrations after feed intake in dairy cows. **Theriogenology**, v. 60, p. 795–807, 2003.

VASCONCELOS, M. *et al.* Intravaginal progesterone device and / or temporary weaning on reproductive performance of anestrous crossbred Angus × Nelore cows. **Animal Reproduction Science**, v. 111, n. 08, p. 302–311, 2009.

WEBB, R. *et al.* Control of follicular growth : local interactions and nutritional influences. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. February, p. 63–74, 2004.

WILLIAMS, G. L. *et al.* Coincident secretion of Follicle-Stimulating Hormone and Luteinizing Hormone in early postpartum beef cows : Effects of Suckling and low-level increases of Systemic progesterone. **Biology of Reproduction**, v. 29, p. 362–373, 1983.

WILLIAMS, G. L. *et al.* Effect of suckling on pituitary responsiveness to gonadotropin-releasing hormone throughout the early postpartum period of beef cows. **Animal Science**, v. 54, n. 3, p. 594–602, 1982.

WILTBANK, M. *et al.* Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. **Theriogenology**, v. 65, n. 1, p. 17–29, 2006.

YAVAS, Y.; WALTON, J. S. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. **Theriogenology**, v. 54, n. 00, p. 25–55, 2000.

**SEGUNDA PARTE – ARTIGO****SUPLEMENTAÇÃO ENERGÉTICA E PROTEICA NO CRESCIMENTO  
FOLICULAR E NA TAXA DE PREENHEZ DE VACAS *Bos indicus* LACTANTES  
SUBMETIDAS À IATF EM ESTAÇÃO DE MONTA DE 110 DIAS**

Orlandi, RE<sup>1</sup>; Simões, LMS<sup>1</sup>; Bottino, MP<sup>1</sup>; Lima, EA<sup>1</sup>; Santos, APC<sup>1</sup>; Massoneto, JPM<sup>2</sup>;  
Scanduzzi Júnior, LA<sup>2</sup>; Sales, JNS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, Brazil<sup>2</sup>Agropecuária Água Preta S/A,  
Cocalinho-MT, Brazil

## RESUMO

O objetivo foi avaliar o efeito da suplementação energética e proteica no crescimento folicular final e na taxa de prenhez (P/IA) de vacas Nelore lactantes submetidas à sincronização da ovulação. As vacas (n=342) com 30 a 45 dias pós-parto e ECC de  $2,5\pm 0,1$  foram distribuídas em 2 grupos experimentais (Controle e Suplemento) 12 dias antes do início do protocolo de IATF. No grupo Controle, as vacas não receberam suplementação e no grupo Suplemento, as vacas receberam 2,5kg suplemento/dia (2kg de milho moído, 400g de farelo de soja e 100g de ureia - 26,5% PB e 76,5% NDT) durante 26 dias (D-12 ao D14) atendendo as exigências de nutricionais de vacas *Bos indicus* lactantes. As vacas permaneceram em pastagens de *B. humidicola* com livre acesso a água e sal mineral proteinado e foram realizados rodízios semanais de pastos entre os tratamentos. Doze dias após o início da suplementação (D0), as vacas receberam 2mg de benzoato de estradiol (Sincrodiol®, Ourofino, Brasil) e um dispositivo intravaginal de progesterona (P4; Sincrogest®, Ourofino, Brasil). No D8, o dispositivo foi removido e as vacas receberam 500µg de Cloprostenol (Sincrocio®, Ourofino, Brasil), 300UI de eCG (SincroeCG®, Ourofino, Brasil) e 1mg de cipionato de estradiol (SincroCP®, Ourofino Brasil). No D10, as vacas foram inseminadas. O diagnóstico de gestação foi realizado por ultrassonografia (US) 30 dias após a IATF e as vacas não gestantes foram ressincronizadas. Após a segunda IATF, as vacas permaneceram com touro até o fim da estação de monta de 110 dias. Em um subgrupo de vacas (n=173) foi realizada US para avaliar o diâmetro do folículo dominante (FD) e do CL, crescimento final do FD e ovulação. Amostras de sangue foram colhidas (n=83) imediatamente antes do início da suplementação (D-12) e no momento da inseminação (D10) para avaliação das concentrações de glicose, colesterol, AGNE e IGF-I. A análise estatística foi realizada pelo GLIMMIX do SAS. Não houve diferença entre os tratamentos no crescimento folicular entre D8 e D10 (P=0,80), na taxa de CL na ressincronização (P=0,18), manifestação de estro (P=0,10), P/IA à primeira IATF (P=0,29), P/IA à segunda IATF (P=0,19), colesterol (P=0,41) e AGNE (P=0,11). Os diâmetros do FD no D0 (Controle  $11,3\pm 0,3$ mm e Suplemento  $11,8\pm 0,2$ mm; P=0,04), no D8 (Controle  $9,4\pm 0,2$ mm e Suplemento  $10,2\pm 0,3$ mm; P=0,01), no D10 (Controle  $12,2\pm 0,3$ mm e Suplemento  $13,2\pm 0,2$ mm; P=0,002), do CL no D14 (Controle  $16,0\pm 0,4$ mm e Suplemento  $17,1\pm 0,3$ mm; P=0,005), a taxa de ovulação [Controle 77,8% (63/81) e Suplemento 91,3% (84/92); P=0,0015], a taxa de prenhez pelo touro [Controle 44,0% (26/59) e Suplemento 61,7% (29/47); P=0,07], a taxa de prenhez no final da estação de monta [Controle 77,7% (115/148) e Suplemento 87,8% (129/147); P=0,02], as concentrações

de IGF-I (Controle  $163,7 \pm 8,39$  ng/ml e Suplemento  $203,7 \pm 8,40$  ng/ml;  $P=0,001$ ) e as concentrações de glicose (Controle  $98,7 \pm 3,87$  mg/dL e Suplemento  $108,2 \pm 3,76$  mg/dL;  $P=0,06$ ) foram maiores nas vacas do grupo Suplemento. Concluiu-se que a suplementação energética e proteica aumentou a fertilidade de vacas Nelore lactantes ao final da estação de monta de 110 dias.

Palavras-chave: IGF-1, BEN, Status metabólico.

## ABSTRACT

Effect of energy and protein supplementation on final follicular growth and pregnancy rate (P/AI) of lactating Nelore cows submitted to ovulation synchronization was evaluated. Cows (n=342) with postpartum between 30 and 45 days and BCS of  $2.5 \pm 0.1$  were distributed in 2 experimental groups (Control and Supplement) 12 days before initiation of the FTAI protocol. On Control group, cows received no supplementation and on Supplement group, the cows received 2.5 kg supplement/day (2kg of ground corn, 400g of soybean meal and 100g of urea - 26.5% CP and 76.5% TDN) during 26 days (D-12 to D14) meeting the nutritional requirements of *Bos indicus* lactating cows. Cows remained on *B. humidicola* pastures with free access to water and protein mineral mixture while groups rotated weekly between pastures. Twelve days after beginning of supplementation (D0), cows received 2mg of estradiol benzoate (Sincrodiol®, Ourofino, Brazil) and an intravaginal progesterone device (P4; Sincrogest®, Ourofino, Brazil). On D8, P4 device was removed and cows received 500µg of Cloprostenol (Sincrocio®, Ourofino Brazil), 300IU of eCG (SincroeCG®, Ourofino, Brazil) and 1mg of estradiol cypionate (SincroCP®, Ourofino Brazil). On D10, 48 hours after P4 device removal, all cows were inseminated. Pregnancy diagnosis was performed 30 days after FTAI by ultrasonography (US) and non-pregnant cows were resynchronized. After second FTAI, bulls were placed on the herd until the end of breeding season (110 days). In a subgroup of cows (n=173), US examinations were performed to evaluate the diameter of the dominant follicle (DF) and CL, final growth of DF and ovulation. Blood samples were collected (n=83) immediately prior to the start of supplementation (D-12) and at the time of insemination (D10) for glucose, cholesterol, NEFA and IGF-I evaluation. Statistical analysis was performed by GLIMMIX procedure of SAS. There was no difference between experimental groups for follicular growth between D8 and D10 (P=0.80), CL ratio on resynchronization (P=0.18), estrus manifestation (P=0.10), P/AI at first FTAI (P=0.29), P/AI at second FTAI (P=0.19), cholesterol (P=0.41) and NEFA (P=0.11). Diameters of DF on D0 (Control  $11.3 \pm 0.3$ mm and Supplement  $11.8 \pm 0.2$ mm, P=0.04) on D8 (Control  $9.4 \pm 0.2$ mm and Supplement  $10.2 \pm 0.3$ mm, P=0.01), on D10 (Control  $12.2 \pm 0.3$ mm and Supplement  $13.2 \pm 0.2$ mm, P=0.002), of CL on D14 (Control  $16.0 \pm 0.4$ mm and Supplement  $17.1 \pm 0.3$ mm, P=0.005), ovulation rate [Control - 77.8% (63/81) and Supplement - 91.3% (84/92); P=0.0015], the pregnancy rate by bull [Control 44.0% (26/59) and Supplement 61.7% (29/47); P=0.07], the pregnancy rate at the end of breeding season [Control 77.7%(115/148) and Supplement 87.8%(129/147); P=0.02], the IGF-I concentration (Control  $163.7 \pm 8.39$

ng/ml and Supplement  $203.7 \pm 8.40$  ng/ml;  $P=0,001$ ) and the glucose concentration (Control  $98.7 \pm 3.87$  mg/dL and Supplement  $108.2 \pm 3.76$  mg/dL;  $P=0,06$ ) were higher on Supplement group. It was concluded that energetic and protein supplement increased fertility of lactating Nelore cows at the end of breeding season.

Keywords: IGF-1, NEB, Metabolic status.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, com cerca de 217 milhões de cabeças [1]. Aproximadamente 80% deste rebanho é composto por raças zebuínas (*Bos indicus*), principalmente da raça Nelore [2], devido à maior adaptabilidade às condições climáticas [3] e a variabilidade na disponibilidade de alimentos durante o ano [4]. Porém, os índices reprodutivos dessas fêmeas são baixos em função do longo período de anestro pós-parto [5]. O anestro prolongado ocorre devido a maioria dos partos se concentrar no final do período seco que é caracterizado por baixa disponibilidade e qualidade de forragens potencializando o balanço energético negativo no pós-parto recente [6]. O anestro pós-parto é caracterizado por crescimento folicular inicial normal sustentado pela liberação de FSH, redução do crescimento final do folículo dominante e consequente ausência de ovulação [7]. Tais modificações no crescimento folicular final são devido à redução da pulsatilidade de LH após a divergência folicular. Assim, para a retomada da atividade ovariana cíclica é necessário frequência de 4 a 5 pulsos de LH a cada 10 horas [8]. Entretanto, fatores como o estresse nutricional [9], categoria animal (primíparas;[10]) e a presença do bezerro [11] reduzem a pulsatilidade de LH e aumentam o período de anestro pós-parto.

Em vacas em que a exigência nutricional não é atendida devido à baixa disponibilidade de alimento, observa-se bloqueio na secreção de GnRH e, conseqüentemente, na liberação de LH [12]. Tal bloqueio ocorre por feedback negativo no hipotálamo devido ao aumento na concentração de neuropeptídeo Y [13] e NEFA oriundos da mobilização de reservas energéticas corporais [14]. Além disso, vacas em balanço energético negativo apresentam elevadas concentrações de  $\beta$ -hidroxibutirato e baixas concentrações de glicose, que reduzem a secreção de GnRH pelo hipotálamo [14,15]. Dessa forma, a condição corporal dos animais no pré-parto e a ingestão de matéria seca no pós-parto, impactam diretamente na retomada da ciclicidade desses animais [8].

A nutrição adequada no pré e pós-parto aumenta a fertilidade de vacas após o parto [16,17]. Vacas que receberam suplementação energética e/ou proteica tiveram maior taxa de concepção [18] e maiores concentrações de IGF-1, leptina e GH, que foram positivamente correlacionadas com maior taxa de prenhez [19]. Além disso, novilhas suplementadas pré-estação reprodutiva atingiram puberdade mais cedo [20]. Os efeitos da nutrição ocorrem devido a modificações nas concentrações hormonais (insulina e IGF-I) e de metabólitos (glicose, colesterol e beta hidroxibutirato) relacionados com a eficiência reprodutiva [15,21–

23] Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da suplementação energético-proteica no crescimento folicular e na taxa de prenhez de vacas Nelores lactantes. A hipótese levantada é que a suplementação energético-proteica aumenta o crescimento folicular final e a taxa de prenhez de vacas Nelores lactantes submetidas ao protocolo de sincronização da ovulação.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos utilizados nesse experimento foram desenvolvidos de acordo com os princípios éticos da experimentação animal, protocolo 032/18 - CEUA, determinadas pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, Brasil.

### 2.1 Animais e manejo

O experimento foi conduzido utilizando o rebanho comercial localizada no centro oeste do Brasil (Agropecuária Água Preta S/A localizada no município de Cocalinho - MT). No estudo foram utilizadas 342 vacas multíparas *Bos indicus* (Nelore) em anestro, com pós-parto entre 30 e 45 dias e ECC de  $2,5 \pm 0,1$  (1=magra e 5=obesa [24]), sendo ECC das vacas do grupo controle  $2,6 \pm 0,1$  e das vacas do grupo suplemento  $2,5 \pm 0,1$  ( $P=0.43$ ). No estudo foram selecionadas somente vacas em anestro, verificado pela ausência de corpo lúteo no D-12 e D0. As vacas foram divididas em dois lotes por tratamento (2 lotes de vacas do grupo Controle e 2 lotes de vacas do grupo Suplementado, Figura 1). Um lote de vacas de cada grupo experimental permaneceu em quatro piquetes de *Brachiaria humidicola*, com livre acesso a água e sal mineral proteinado (níveis de garantia nas Tabelas 1 e 2). Os lotes de animais foram semanalmente trocados entre os piquetes selecionados para o estudo. A área e a massa de forragem média disponível em cada piquete no início do experimento foi de 65 hectares com aproximadamente 2.760 Kg/MS/ha.

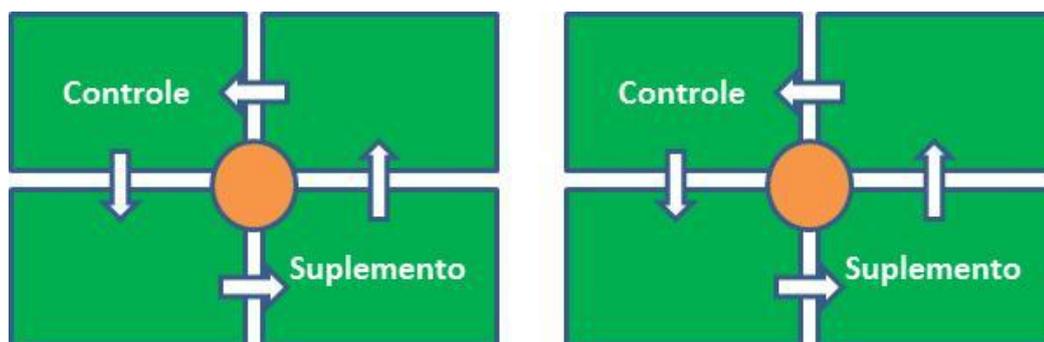


Figura 1. Rodízio de pastos entre os grupos experimentais

Tabela 1. Níveis de garantia do núcleo mineral (Quali Beef S, PRODAP, Belo Horizonte – MG, Brasil)

Elemento	Quantidade
Cálcio (g)	90,9
Cobalto (mg)	107,5
Cobre (mg)	4032,0
Enxofre (g)	39,9
Flúor máximo (mg)	1429,6
Fósforo (g)	86,6
Iodo (mg)	188,4
Monensina sódica (mg)	834,0
Proteína Bruta (g)	12,8
Selênio (mg)	16,0
Zinco (mg)	14112,0

Tabela 2. Composição do sal mineral proteinado

Ingredientes	Quantidade (%)
Ureia	19,4
Milho moído	6,4
Sal comum	25,8
Núcleo mineral	48,4

Consumo objetivo: 150g/cab/dia

## 2.2 Análise bromatológica e suplementação

As amostras de forragem foram colhidas pelo método de pastejo simulado, conforme Johnson (1978), observando-se o comportamento de pastejo dos animais e as frações da planta que estavam sendo consumidas. Posteriormente, as amostras foram coletadas manualmente na tentativa de obter porções semelhantes àsquelas selecionadas pelos animais. A bromatologia das amostras de forragem foi realizada por laboratório comercial (Solocria Laboratório Agropecuário LTDA, Goiânia-GO, Brasil) anteriormente ao início da suplementação. Os pastos tinham em média 55% de MS, com 8,1% de PB e 63% de NDT. Com base nos resultados da análise bromatológica das pastagens e estimativa do consumo de

forragem, formulou-se o suplemento para atender às exigências nutricionais de vacas Nelore lactantes [26]. O suplemento foi composto por 80% de milho moído, 16% de farelo de soja e 4% de ureia, perfazendo suplemento com 26,5% PB e 76,5% NDT. Para o fornecimento do suplemento, foram distribuídos nos piquetes cochos com espaço de 40 cm/vaca e acesso simultâneo aos dois lados de todos os animais do estudo.

### 2.3 Delineamento Experimental

A suplementação dos animais iniciou-se doze dias antes do protocolo de IATF. As vacas do grupo Controle não receberam suplementação e as vacas do grupo Suplemento receberam durante 26 dias (D-12 ao D14) 2,5kg/dia do suplemento com 26,5% PB e 76,5% NDT. No D0 do protocolo, as vacas receberam 2mg de benzoato de estradiol (Sincrodiol®, Ourofino, Brasil) e um dispositivo intravaginal de progesterona (P4; Sincrogest®, Ourofino, Brasil). No D8, o dispositivo foi removido e as vacas receberam 500µg de Cloprostenol (Sincrocio®, Ourofino, Brasil), 300UI de eCG (SincroeCG®, Ourofino, Brasil), 1mg de cipionato de estradiol (SincroCP®, Ourofino Brasil) e tiveram a base da cauda pintada para avaliação da manifestação de estro. No D10, as vacas foram inseminadas aleatoriamente com doses de sêmen de dois touros diferentes da raça Rubia Gallega com fertilidade comprovada. Todas as inseminações foram realizadas por dois técnicos previamente treinados. Após a primeira IATF, as vacas não gestantes foram ressincronizadas e 10 dias após a segunda IATF foram expostas aos touros da raça Nelore na proporção 1:25 até o fim da estação de monta que teve duração total de 110 dias (Figura 2).

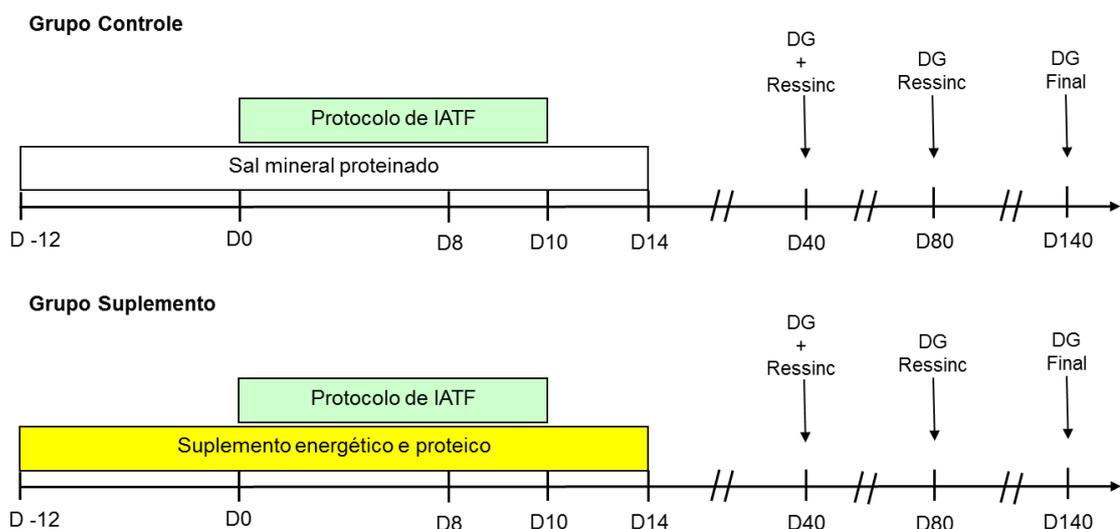


Figura 2. Desenho experimental com as atividades realizadas.

## 2.4 Exames ultrassonográficos

Em um subgrupo de vacas (n=173) foram realizadas avaliações ultrassonográficas (US; Mindray DP-2200VET, 5-MHz linear transducer, China) para avaliar o diâmetro do maior folículo (LF) no D0, D8 e D10, crescimento do folículo dominante entre D8 e D10, o diâmetro do CL (D14) e a taxa de ovulação. O crescimento folicular final foi determinado pela diferença entre o diâmetro do LF na retirada do dispositivo de P4 e no dia da inseminação (D10). A taxa de ovulação foi determinada pela presença de corpo lúteo quatro dias após a IATF (D14). O diagnóstico de gestação foi realizado por ultrassonografia 30 dias após cada IATF e 30 dias após o final da estação de monta para a composição da taxa de prenhez final.

## 2.5 Colheita de sangue e análises laboratoriais

Amostras de sangue foram colhidas em um subgrupo de animais (n=83) imediatamente antes do início da suplementação (D-12) e no momento da inseminação (D10) para avaliação das concentrações de glicose, colesterol, AGNE e IGF-1. As amostras de sangue foram colhidas da veia coccígea em tubos (Vacutainer<sup>®</sup>, Becton-Dickinson and Company, EUA), sem anticoagulante. Durante as colheitas, o sangue foi mantido em caixa de isopor com gelo e, então, conduzido ao laboratório. O soro foi separado por centrifugação (3000 rpm, Centrífuga Excelsa Baby<sup>®</sup>, Fanem, Brasil) durante 10 min. Posteriormente foi acondicionado em tubos esterilizados (Tubos Eppendorf 3810X standard<sup>®</sup>, Eppendorf, Alemanha) com identificação e em seguida, armazenado em freezer a -21°C até posterior análise.

Concentrações de glicose, colesterol e AGNE foram realizados por analisador bioquímico automático utilizando kits comerciais (Randox Laboratories LTD, Contry Antrim, United Kingdom) e os resultados expressos em mg/dl (glicose e colesterol) e mmol/L (AGNE). Concentração de IGF-I total foi quantificada por ELISA em duplicata utilizando o sistema de amplificação biotina-estreptavidina peroxidase em um ensaio competitivo, como descrito por Maioli (2017). Os coeficientes de variação alto e baixo intra-ensaio foram 6,9% e 10,2% respectivamente. Já o coeficiente de variação inter-ensaio foi 15,4%. Os limites de detecção e quantificação foram de 5,347 ng/mL e 16,202 ng/mL.

## 2.6 Análises Estatísticas

A análise estatística foi realizada com auxílio do software Statistical Analysis System for Windows<sup>®</sup>. As variáveis analisadas foram diâmetro do maior folículo nos dias 0, 8 e 10, taxa de crescimento folicular e diâmetro do CL no D14. O modelo inclui tratamento (Controle e Suplemento), ECC no primeiro dia do protocolo de sincronização e interações. Os dados contínuos foram testados quanto à normalidade dos resíduos e analisados pelo procedimento UNIVARIATE (transformados quando necessário) e submetidos ao teste de Bartlett para avaliar a homogeneidade das variâncias. O procedimento GLIMMIX foi utilizado para determinar diferenças significativas entre os grupos. Os valores dos dados contínuos foram expressos como média  $\pm$  EPM. As taxas de ovulação e presença do CL no D40 foram analisadas utilizando o procedimento GLIMMIX com distribuição binomial e expressos como porcentagens (%). Nas taxas expressão de estro e P/IA, as variáveis inicialmente incluídas nos modelos foram tratamento (Controle e Suplemento), ECC no primeiro dia do protocolo de sincronização, touro (somente para P/AI), inseminador (somente para P/AI) e interações. Os dados foram analisados por regressão logística multivariada usando o procedimento LOGISTIC. Variáveis foram removidas por eliminação retrógrada, com base no critério estatístico de Wald quando  $P > 0,20$ . As variáveis incluídas no modelo final para análise de P/IA e expressão de estro foram tratamento, ECC e interações e analisada pelo procedimento GLIMMIX. Na avaliação das concentrações de IGF1, glicose, colesterol e AGNE no D10 foi utilizado o procedimento GLIMMIX do SAS. As concentrações desses metabólitos e hormônio no D-12 foram utilizadas como covariáveis. Os valores dessas concentrações foram expressos como média  $\pm$  EPM.

## 3 RESULTADOS

Não houve interação entre tratamento e ECC ( $P > 0,05$ ) para as variáveis de dinâmica folicular. Os diâmetros do LF no D0 ( $P = 0,04$ ), no D8 ( $P = 0,01$ ), no D10 ( $P = 0,002$ ), do CL no D14 ( $P = 0,005$ ) e a taxa de ovulação ( $P = 0,0015$ ) foram maiores nas vacas do grupo Suplemento. O crescimento folicular entre D8 e D10 ( $P = 0,80$ ), a taxa de CL na ressinchronização ( $P = 0,18$ ) e a taxa de manifestação de estro ( $P = 0,10$ ) não diferiram entre os grupos experimentais (Tabela 3). Não houve interação entre tratamento e ECC ( $P > 0,05$ ) na taxa de prenhez à 1ª e 2ª IATF, ao touro e ao final da estação de monta. Além disso, não houve diferença entre os tratamentos para a P/IA a 1ª ( $P = 0,29$ ) e 2ª IATF ( $P = 0,19$ ). No entanto, a taxa de prenhez ao touro ( $P = 0,07$ ) e no final da estação de monta foi maior nas vacas do grupo Suplemento ( $P = 0,02$ ; Figura 3).

Tabela 3. Efeito da suplementação energética e proteica no diâmetro e crescimento folicular, taxa de ovulação e diâmetro do CL, taxa de ovulação no D40 e manifestação de estro em vacas Nelore lactantes em anestro submetidas à sincronização da ovulação para inseminação em tempo fixo (n=173).

	Controle	Suplemento	<i>P</i>
Maior folículo (mm)			
Dia 0	11,3 ± 0,3	11,8 ± 0,2	0,04
Dia 8	9,4 ± 0,2	10,2 ± 0,3	0,01
Dia 10	12,2 ± 0,3	13,2 ± 0,2	0,002
Crescimento folicular (mm/dia)	1,5 ± 0,1	1,6 ± 0,1	0,80
Diâmetro do CL (mm)	16,0 ± 0,4	17,1 ± 0,3	0,005
Taxa de ovulação (%)	77,8 (63/81)	91,3 (84/92)	0,0015
Taxa de CL no D40 (%)	46,9 (45/96)	57,6 (53/92)	0,18
Manifestação de estro (%)	70,8 (75/106)	80,3 (94/117)	0,10

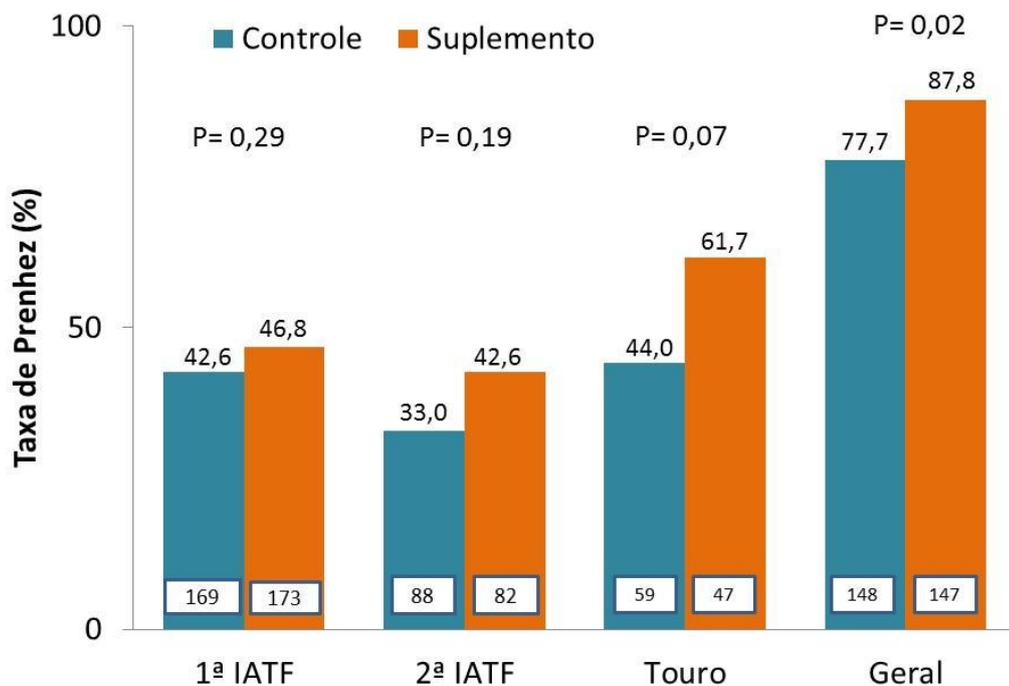


Figura 3. Taxa de prenhez durante estação de monta de 110 dias de vacas Nelore lactantes suplementadas com dieta energética e proteica no final do período seco.

Não houve diferença nas concentrações de colesterol total (P=0,41) e AGNE (P=0,11) entre os grupos experimentais. No entanto, as concentrações de IGF-I (P=0,001) e glicose (P=0,06) foram maiores nas vacas do grupo suplementado (Tabela 4).

Tabela 4. Concentração hormonal e metabólica ao final da suplementação energética e proteica de vacas Nelore lactantes em anestro submetidas à sincronização da ovulação para inseminação em tempo fixo (n=88).

	Controle	Suplemento	P
Glicose (mg/dL)	98,7 ± 3,87	108,2 ± 3,76	0,06
AGNE (mmol/L)	0,56 ± 0,04	0,61 ± 0,04	0,11
Colesterol (mg/dL)	166,4 ± 4,15	168,6 ± 5,35	0,41
IGF-I (ng/ml)	163,7 ± 8,39	203,7 ± 8,40	0,001

#### 4 DISCUSSÃO

No presente estudo verificou-se que a suplementação energética e proteica durante 26 dias aumentou o diâmetro folicular, a taxa de ovulação, o diâmetro do corpo lúteo e a prenhez de vacas *Bos indicus* lactantes submetidas à IATF. Porém, esse efeito na fertilidade somente foi observado na prenhez de touro e na prenhez acumulada durante a estação de monta de 110 dias. Assim, a hipótese de que a suplementação energética e proteica associada ao protocolo de IATF aumentaria o crescimento folicular e a taxa de prenhez de vacas *Bos indicus* lactantes foi aceita parcialmente.

Em vacas de corte, a presença do bezerro e o balanço energético negativo são dois fatores que atrasam a retomada da ciclicidade no pós-parto, devido ao efeito negativo na frequência de pulsos de LH e no desenvolvimento folicular [28]. A presença do bezerro induz a liberação de opióides endógenos (peptídeos) que agem no centro gerador de pulsos de GnRH no hipotálamo reduzindo a pulsatilidade de LH e o crescimento final do folículo dominante [29]. Tal ação resulta em falhas na ovulação e prolongado anestro pós-parto [7,30]. Além disso, as vacas *Bos indicus* após o parto entram em balanço energético negativo (baixa disponibilidade de matéria seca e produção de leite) desencadeando a mobilização de reservas corporais de tecido adiposo resultando em quadro de baixa concentração sérica de glicose e formação de ácidos graxos não esterificados (AGNE) no fígado [31]. A insuficiência

de glicose e o excesso de formação de AGNE sobrecarregam o fígado promovendo a formação de corpos cetônicos, dentre os quais se destaca o beta-hidroxibutirato [32]. Nessa condição, ocorre a redução nas concentrações e na pulsatilidade de LH devido ao estímulo inibitório desses metabólitos da metabolização de gordura e a ausência de estímulos excitatórios da glicose no hipotálamo [14]. Ainda, vacas em balanço energético negativo possuem alta concentração de neuropeptídeo Y que foi correlacionado negativamente com produção e liberação de LH [33,34]. Dessa forma, a suplementação energética/proteica pode ser uma estratégia para minimizar os efeitos maléficos do balanço energético negativo na reprodução.

A suplementação energética tem sido utilizada em sistemas de produção para minimizar os efeitos do balanço energético negativo [35]. Os benefícios desse tipo de suplementação estão diretamente ligados ao reestabelecimento das concentrações e atuação de hormônios e metabólitos como glicose, leptina, insulina, GH e IGF-1 [32,36]. A insulina e IGF-I estimulam o hipotálamo a secretar GnRH que irá aumentar a produção e liberação de FSH e LH na hipófise [14,32] e, conseqüentemente, o desenvolvimento final do folículo [37]. No presente estudo, a suplementação energética/proteica aumentou as concentrações circulantes de glicose e IGF-I. O IGF-1 atua no desenvolvimento folicular por estimular a proliferação das células da granulosa/teca e a esteroidogênese [37,38]. O IGF-I atua induzindo a esteroidogênese por aumentar o número e a afinidade do FSH e LH aos seus receptores nas células da granulosa e da teca [37,39]. Dessa forma, vacas com maiores concentrações de IGF-I apresentam maior diâmetro folicular [40].

No presente estudo, o diâmetro folicular no momento da IATF foi maior nas vacas que receberam suplementação energética/proteica. Resultado semelhante foi observado em outro estudo em que as vacas foram suplementadas durante o pré-parto e pós-parto inicial [40]. O diâmetro do folículo dominante no momento da IATF tem correlação positiva com a taxa de ovulação e prenhez, quanto maior diâmetro do FD maiores são as taxas de ovulação e prenhez [41–43]. Durante o crescimento folicular e maturação do oócito, o folículo vai adquirindo capacidade ovulatória devido ao aumento da quantidade de mRNA para receptores de LH. Dessa forma, quanto maior o diâmetro folicular, maior a capacidade de resposta a um estímulo ovulatório [44] e conseqüentemente, maior taxa de prenhez [45]. Além disso, outros fatores como maior produção de estradiol durante o proestro, maior diâmetro do CL e produção de progesterona durante o desenvolvimento inicial do embrião são características de folículos que ovulam com maior diâmetro folicular que podem impactar positivamente a

fertilidade de vacas *Bos indicus*. Apesar do aumento nas concentrações de glicose e IGF-I, maior diâmetro folicular e taxa de ovulação nas vacas que receberam suplemento não foi observado diferença entre os grupos experimentais nas taxas de prenhez à primeira e segunda IATF. No entanto, observou-se maior taxa de prenhez ao repasse por touro e ao final da estação de monta de 110 dias, demonstrando ganho acumulativo durante o estudo. Provavelmente, esse ganho se deve ao retorno mais precoce a ciclicidade das vacas que foram suplementadas, pois se verificou maior taxa de ovulação na primeira IATF nesse grupo. Resultados semelhantes foram observados em vacas *Bos indicus* que receberam suplemento à base de milho por 41 dias [19]. Porém, nesse estudo, maior taxa de prenhez em primíparas suplementadas foi observada na ressincronização para IATF. Assim, a suplementação energética/proteica por 26 dias antes e durante o protocolo de IATF do presente estudo promoveu alterações no padrão metabólico e hormonal que permitiu melhorar o crescimento folicular, ovulação e a competência oocitária nos ciclos estrais subsequentes, resultando em aumento de fertilidade ao final do período de estação de monta. Conclui-se que a suplementação energética/proteica por 26 dias aumentou as concentrações de glicose e IGF-I, o diâmetro folicular, a taxa de ovulação e a fertilidade ao final da estação de monta de 110 dias.

## 5 REFERÊNCIAS

- [1] MAPA. Dados de rebanho bovino e bubalino no Brasil – 2017 2018. [http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/febre-aftosa/documentos-febre-aftosa/DadosderebanhobovinoebubalinodoBrasil\\_2017.pdf](http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/febre-aftosa/documentos-febre-aftosa/DadosderebanhobovinoebubalinodoBrasil_2017.pdf) (acessado 11 de fevereiro de 2019).
- [2] ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne 2016. <http://www.abiec.com.br>.
- [3] Hansen PJ. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. *Anim Reprod Sci* 2004;82–83:349–60. doi:10.1016/j.anireprosci.2004.04.011.
- [4] Baruselli PS, Reis EL, Marques MO, Nasser LF, Bó GA. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. *Anim Reprod Sci* 2004;82–83:479–86. doi:10.1016/j.anireprosci.2004.04.025.
- [5] Ruiz-Cortés ZT, Olivera-Angel M. Ovarian follicular dynamics in suckled zebu (*Bos indicus*) cows monitored by real time ultrasonography. *Anim Reprod Sci* 1999;54:211–20. doi:10.1016/S0378-4320(98)00152-3.
- [6] Paulino MF, Figueredo DM, Moraes EHBK, Porto MO, Sales MFL, Acedo TS, et al. Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. *Simpósio produção gado corte*, 2004, p. 93–144.
- [7] Yavas Y, Walton JS. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. *Theriogenology* 2000;54:25–55.
- [8] Crowe MA, Diskin MG, Williams EJ. Parturition to resumption of ovarian cyclicity: Comparative aspects of beef and dairy cows. *Animal* 2014;8:40–53. doi:10.1017/S1751731114000251.
- [9] Diskin MG, Mackey DR, Roche JF, Sreenan JM. Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Anim Reprod Sci* 2003;78:345–70. doi:10.1016/S0378-4320(03)00099-X.
- [10] Grimard, Thibier M. Influence of postpartum energy restriction on energy status , plasma. *J Reprod Fertil* 1995;104:173–9.
- [11] Williams GL, Talavera F, Petersen BJ, Kirsch JD, Tilton E. Coincident secretion of Follicle-Stimulating Hormone and Luteinizing Hormone in early postpartum beef cows : Effects of Suckling and low-level increases of Systemic progesterone. *Biol Reprod* 1983;29:362–73.
- [12] Schillo KK. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *J Anim Sci* 1992;70:1271–82.
- [13] Mcshane TM, Petersen SL, Mccrone SUE, Keisler DH. Influence of food restriction on neuropeptide-Y , proopiomelanocortin , and luteinizing hormone-releasing hormone gene expression in sheep hypothalami. *Biol Reprod* 1993;49:831–9. doi:10.1095/biolreprod49.4.831.

- [14] DiCostanzo A, Williams JE, Keisler DH. Effects of short-or long-term infusions of acetate or propionate on luteinizing hormone, insulin, and metabolite concentrations in beef heifers. *J Anim Sci* 1999;77:3050–6. doi:10.2527/1999.77113050x.
- [15] Mulliniks JT, Kemp ME, Endecott RL, Cox SH, Roberts AJ, Waterman RC, et al. Does  $\beta$ -hydroxybutyrate concentration influence conception date in young postpartum range beef cows? *J Anim Sci* 2013;91:2902–9. doi:10.2527/jas.2012-6029.
- [16] Sá Filho OG, Meneghetti M, Peres RFG, Lamb GC, Vasconcelos JLM. Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cows II: Strategies and factors affecting fertility. *Theriogenology* 2009;72:210–8. doi:10.1016/j.theriogenology.2009.02.008.
- [17] Ayres H, Ferreira RM, Torres-Júnior JRS, Demétrio CGB, Sá Filho MF, Gimenes LU, et al. Inferences of body energy reserves on conception rate of suckled Zebu beef cows subjected to timed artificial insemination followed by natural mating. *Theriogenology* 2014;82:529–36. doi:10.1016/j.theriogenology.2014.04.026.
- [18] Pescara JB, Losi TC, Cooke RF, Vasconcelos JLM. Serum progesterone concentration and conception rate of beef cows supplemented with ground corn after a fixed-time artificial insemination protocol. *Arq Bras Med Veterinária e Zootec* 2010;62:130–5.
- [19] Peres RFG, Carvalho R, Graff HB, Furlan Júnior JH, Rodrigues ADP, Franco GA, et al. Efeito da suplementação à base de milho por 41 dias durante o início do protocolo de IATF no perfil metabólico e desempenho reprodutivo de fêmeas nelore. *An. da XXX Reun. Anu. da Soc. Bras. Tecnol. Embriões, Foz do Iguaçu, 2016., 2016.*
- [20] CICCIOLO NH, CHARLES-EDWARDS SL, FLOYD C, WETTEMANN RP, PURVIS HT, LUSBY KS, et al. Incidence of puberty in beef heifers fed high-or low-starch diets for different periods before breeding. *J Anim Sci* 2005;83:2653–62.
- [21] Beam SW, Butler WR. Energy Balance , Metabolic Hormones , and Early Postpartum Follicular Development in Dairy Cows Fed Prilled Lipid. *J Dairy Sci* 1998;81:121–31. doi:10.3168/jds.S0022-0302(98)75559-6.
- [22] Ospina PA, Nydam DV, Stokol T, Overton TR. Associations of elevated nonesterified fatty acids and  $\beta$ -hydroxybutyrate concentrations with early lactation reproductive performance and milk production in transition dairy cattle in the northeastern United States. *J Dairy Sci* 2009;93:546–54. doi:10.3168/jds.2009-2852.
- [23] Samadi F, Phillips NJ, Blache D, Martin GB, D’Occhio MJ. Interrelationships of nutrition, metabolic hormones and resumption of ovulation in multiparous suckled beef cows on subtropical pastures. *Anim Reprod Sci* 2013;137:137–44. doi:10.1016/j.anireprosci.2012.12.012.
- [24] Ayres H, Ferreira RM, Torres-Júnior JRS, Demétrio CGB, de Lima CG, Baruselli PS. Validation of body condition score as a predictor of subcutaneous fat in Nelore (*Bos indicus*) cows. *Livest Sci* 2009;123:175–9. doi:10.1016/j.livsci.2008.11.004.
- [25] Johnson A. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops Bulletin. *Commonw Bur Pastures F Crop Bull* 1978;52:96–102.
- [26] Valadares Filho, S. C., Costa e Silva, L. F., Lopes SA et al. BR-CORTE 3.0. Cálculo de exigências nutricionais, formulação de dietas e predição de desempenho de zebuínos

puros e cruzados 2016.

- [27] Maioli MA, Nogueira G de P. Padronização da quantificação do fator de crescimento semelhante à insulina I (IGF-I) em plasma bovino por ELISA. *Pesqui Veterinária Bras* 2017;37:1545–53. doi:10.1590/s0100-736x2017001200030.
- [28] Wiltbank MC, Gtimen A, Sartori R. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology* 2002;57:21–52.
- [29] Stevenson JS, Knoppel EL, Minton JE, Salfen BE, Garverick HA. Estrus, Ovulation, Luteinizing Hormone, and Suckling-Induced Hormones in Mastectomized Cows With and Without Unrestricted Presence of the Calf. *Anim Sci* 1994;72:690–9.
- [30] Murphy MG, Boland MP, Roche JF. Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post-partum beef suckler cows. *Reprod Fertil* 1990:523–33.
- [31] Grimard B, Humblot P, Ponter AA, Mialot JP, Sauvart D, Thibier M. Influence of postpartum energy restriction on energy status, plasma LH and oestradiol secretion and follicular development in suckled beef cows. *J Reprod Fertil* 1995;104:173–9. doi:10.1530/jrf.0.1040173.
- [32] Hess BW, Lake SL, Scholljegerdes EJ, Weston TR, Nayigihugu V, Molle JDC, et al. Nutritional controls of beef cow reproduction. *J Anim Sci* 2005;3684:90–106.
- [33] Keisler D, Lucy MC. Perception and interpretation of the effects of undernutrition on reproduction. *J Anim Sci* 1996;74:1–17. doi:10.2527/1996.74suppl.
- [34] Wettemann RP, Bossis I. Energy intake regulates ovarian function in beef cattle. *Am Soc Anim Sci* 2000:1–10. doi:10.2527/jas2000.77e-suppl1c.
- [35] Maggioni D, Rotta PP, Ito RH, Marques JA, Zawdzki F, Prado RM, et al. Efeito da nutrição sobre a reprodução de ruminantes: uma revisão. *Pubvet* 2008;2.
- [36] Spicer LJ. Leptin : a possible metabolic signal affecting reproduction. *Domest Anim Endocrinol* 2001;21:251–70.
- [37] STEWART R, GOSDEM RE, SPICER LJ, KEEFER BE. Effects of insulin-like growth factor I and insulin on proliferation and on basal and luteizing hormone-induced steroidogenesis of bovine thecal cells: involvement of glucose and receptors for insulin-like growth factor I and luteizing hormone. *J Anim Sci* 1995;73:3719–31.
- [38] Spicer LJ, Echternkamp SE, Wong EA, Hamilton DT, Vernon RK. Serum hormones, follicular fluid steroids, insulin-like growth factors and their binding proteins, and ovarian IGF mRNA in sheep with different ovulation rates. *J Anim Sci* 1995;73:1152–63.
- [39] Armstrong DG, McEvoy TG, Baxter G, Robinson JJ, Hogg CO, Woad KJ, et al. Effect of dietary energy and protein on bovine follicular dynamics and embryo production in vitro: associations with the ovarian insulin-like growth factor system. *Biol Reprod* 2001;64:1624–32. doi:10.1095/biolreprod64.6.1624.
- [40] Biluca DF. Efeito da suplementação com monensina no pré e pós- parto nas concentrações plasmáticas de AGNE , IGF-1 , no diâmetro do maior folículo e na sua capacidade ovulatória a um estímulo com GnRH de vacas Nelore. 2005.

- [41] Meneghetti M, Filho OGS, Peres RFG, Lamb GC, Vasconcelos JLM. Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cows I: Basis for development of protocols. *Theriogenology* 2009;72:179–89. doi:10.1016/j.theriogenology.2009.02.010.
- [42] Houghton PL, Lemenager RP, Moss GE, Hendrix KS. Prediction of postpartum beef cow body composition using weight to height ratio and visual body condition score. *J Anim Sci* 1990;68:1428–37.
- [43] Vasconcelos JLM, Vilela ER, Sá Filho OG. Temporary weaning at two different times of the GnRH-PGF2a-EB synchronization of ovulation protocol in post partum Nelore cows. *Arq Bras Med Veterinária e Zootec* 2009;61:95–103.
- [44] BAO B, GARVERICK HA, SMITH GW, SMITH MF, SALFEN BE. Changes in ribonucleic acid encoding luteinizing hormone receptor, cytochrome P450-side chain cleavage, and aromatase are associated with recruitment and selection of bovine ovarian follicles. *Biol Reprod* 1997;56:1158–68.
- [45] Sá Filho MF, Crespilho AM, Santos JEP, Perry GA, Baruselli PS. Ovarian follicle diameter at timed insemination and estrous response influence likelihood of ovulation and pregnancy after estrous synchronization with progesterone or progestin-based protocols in suckled *Bos indicus* cows. *Anim Reprod Sci* 2010;120:23–30. doi:10.1016/j.anireprosci.2010.03.007.