

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



Dissertação

**CARACTERÍSTICAS METABÓLICAS DO PERÍODO DE TRANSIÇÃO E
EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE VACAS DE CORTE DE DIFERENTES
GENÓTIPOS CRIADAS NO SUL DO BRASIL**

Rodrigo Carneiro de Campos de Azambuja

Pelotas, 2013

RODRIGO CARNEIRO DE CAMPOS DE AZAMBUJA

**CARACTERÍSTICAS METABÓLICAS DO PERÍODO DE TRANSIÇÃO E
EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE VACAS DE CORTE DE DIFERENTES
GENÓTIPOS CRIADAS NO SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós Graduação em
Zootecnia, da Universidade Federal
de Pelotas como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre
em Ciências (Área do conhecimento:
Melhoramento Animal).

Orientador: Pesq. PhD. Fernando Flores Cardoso
Co-Orientador: Prof. D. Sc. Isabela Dias Barbosa Silveira
Co-orientador: Prof. D. Sc. Marcelo Alves Pimentel
Co-Orientador: Prof. D. Sc. Marcio Nunes Corrêa
Co-orientador: Prof. D. Sc. Nelson José Laurino Dionello

Pelotas, 2013.

Banca Examinadora

Ph.D. Fernando Flores Cardoso

Prof. D. Sc. Augusto Schneider

Prof. D. Sc. Cássio Cassal Brauner

Ph.D. Sérgio de Oliveira Juchem

D. Sc. Jaqueline Schneider Lemes (suplente)

D. Sc. Marcos Jun Iti Yokoo (suplente)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Julio César e Cláudia, que conduziram a formação do meu caráter pelos caminhos da honestidade, respeito, amor e dignidade. Por sempre mostrarem que o melhor caminho para conquistar meus objetivos é o trabalho. Por terem me dado força e coragem para permanecer e conseguir vencer as barreiras e dificuldades que o curso e a vida me proporcionaram durante este período, por estarem sempre ao meu lado nos momentos difíceis e por serem grandes pessoas e servirem como grande **EXEMPLO** para mim.

A minha irmã Fernanda pelo amor, carinho e muitas vezes incompreensível compreensão.

A minha namorada Graciela pelo amor, carinho, dedicação e compreensão.

Aos meus avós Herculano e Carmen por serem eles mesmos sempre, pelo incentivo a cultura e ao questionamento, na busca por respostas e crescimento pessoal e profissional.

Ao meu avô José Antônio, pelas lições de vida e por me chamar a ouvir seus ensinamentos buscando a volta dos poteiros. A minha avó Maria, por ser exemplo de força.

Ao meu orientador pesquisador Dr. Fernando Flores Cardoso, por confiar em meu trabalho, pela orientação, profissionalismo, amizade, ensinamentos e imprescindível ajuda em todos os momentos.

Aos colegas de Laboratório de Bioinformática e Estatística Genômica da Embrapa Pecuária Sul pela amizade, companheirismo, alegria e os ótimos momentos de trabalho e confraternização.

Ao meu co-orientador Marcio Nunes Corrêa, pelas oportunidades, orientação e amizade. Por confiar em meu trabalho e proporcionar o ambiente de trabalho NUPEEC, no qual aprendi muito.

Aos colegas de NUPEEC, esta grande família, por nossos valores, pela amizade, companheirismo, alegria e os ótimos momentos de trabalho e confraternização.

Aos meus amigos! Meus verdadeiros amigos! Obrigado por entenderem a ausência. Sem vocês a vida não teria sentido! Gracias.

A todas as pessoas especiais que passaram até este momento por minha vida e que, de alguma forma me apoiaram na conquista deste sonho. Cheguei ao fim de mais uma etapa da grande jornada, obrigado a todos.

Ao “Homem velho lá de cima”! Pela vida, saúde e iluminação do dia a dia.

A Universidade Federal de Pelotas, mais uma vez, pela oportunidade de realização dos estudos.

A CAPES pela bolsa de estudos.

Ao CNPq pelo fornecimento dos recursos para o projeto de pesquisa “Avaliação da eficiência produtiva de vacas de corte puras e oriundas de cruzamentos envolvendo as raças Angus, Hereford, Caracu e Nelore no sul do Brasil” (Processo 478699/2010-7).

Aos colegas da pós-graduação pelo convívio durante estes anos de estudo e trabalho.

À Embrapa Pecuária Sul, pela oportunidade oferecida, disponibilização de recursos físicos e humanos.

“Todos os impérios do futuro serão impérios do conhecimento, e somente serão exitosos os povos que entendam como gerar conhecimentos e como protegê-los; como encontrar os jovens que tenham capacidade de fazê-lo e assegurar-se que fiquem no país. Os outros países ficarão com lindos litorais, com igrejas, minas, com uma história fantástica; mas provavelmente não fiquem nem com as mesmas bandeiras, nem com as mesmas fronteiras e muito menos com êxito econômico.”

Albert Einstein

Resumo

AZAMBUJA, Rodrigo Carneiro de Campos de. **Características metabólicas do período de transição e eficiência produtiva de vacas de corte de diferentes genótipos criadas no sul do Brasil**. 2013. 79 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O objetivo do presente estudo foi determinar as características metabólicas do período de transição e suas relações com a habilidade materna e eficiência reprodutiva de vacas de corte de diferentes genótipos criadas no sul do Brasil. Foram utilizadas vacas de sete composições raciais: Angus (ANAN), Hereford (HHHH), Angus x Caracu (ANCR), Angus x Hereford (ANHH), Angus x Nelore (ANNE), Nelore x Angus (NEAN) e Nelore (NENE), mantidas em condições extensivas de criação na localidade de Bagé/RS no extremo sul do Brasil. Foram realizadas coletas de sangue 30 dias antes da data prevista do parto (dia -30), e a partir do parto (dia 0), a cada sete dias até a 6ª semana pós-parto (dia 42), para determinação das concentrações séricas de albumina, glicose, ácidos graxos não esterificados (AGNE), Beta-hidroxi-butirato (BHB), ureia, IGF-I e insulina. Nestas datas também foram realizadas pesagens das vacas e determinações do escore de condição corporal (ECC). As produções de leite foram obtidas por meio de ordenha mecânica, realizada em três ocasiões, início, meio e fim da lactação. No dia do parto os bezerros foram pesados, repetindo-se este procedimento na desmama, onde também foi realizada pesagem das vacas e determinadas eficiência individual (EI), fertilidade real (FR), intervalo de partos (IP) e peso dos bezerros ajustado aos 205 dias (P205). Houve queda significativa do peso e ECC das vacas no dia 7 em relação ao dia 0 ($P < 0,05$). Vacas ANNE tiveram médias superiores ($P < 0,05$) de ECC que vacas ANAN e HHHH nos dias 28, 35 e 42. Foram verificadas baixas concentrações de IGF-I no pós-parto recente e elevação gradativa até a última coleta (dia 42), baixas concentrações de insulina nas primeiras semanas pós-parto (dia 14), e elevação das concentrações de AGNE no dia 7, seguido de elevação das concentrações de BHB na coleta do dia 21 ($P < 0,05$). Vacas ANNE e NEAN apresentaram concentrações maiores ($P < 0,05$) de IGF-I que vacas ANAN, HHHH e ANHH no período pós-parto. Foram encontradas correlações entre IGF-I e insulina, glicose e albumina ao final do período de coletas (dia 42) ($P < 0,05$). Vacas ANCR apresentaram a maior produção leiteira no pico da lactação, diferindo significativamente de vacas HHHH e NENE ($P < 0,05$). Vacas ANCR também apresentaram a maior produção leiteira total, diferindo significativamente de vacas NENE ($P < 0,05$). Vacas ANNE apresentaram os menores IP, diferindo significativamente de vacas NENE ($P < 0,05$). Os níveis séricos dos metabólitos e hormônios encontrados neste estudo caracterizam mobilização de reservas corporais e indicativos de balanço energético negativo no pós-parto recente de vacas de corte criadas em pastagem nativa no extremo sul do Brasil. Matrizes ANNE, NEAN e ANCR mostraram maior adaptação que os demais genótipos, demonstrada pelo perfil metabólico, o que se refletiu em desempenhos superiores quanto à habilidade materna e eficiência reprodutiva.

Palavras chave: Bovinos de corte. Cruzamento. Metabolismo. IGF-I. Produção leiteira. Intervalo de partos.

Abstract

AZAMBUJA, Rodrigo Carneiro de Campos de. **Transitional period metabolic traits and productive efficiency of beef cows of different genotypes raised in Southern Brazil**. 2013. 79 f. Master's thesis – Programa de Pós Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The aim of this study was to determine metabolic traits of the transitional period and their relationship with maternal ability and reproductive performance of beef cows of different genotypes raised in Southern Brazil. Cows of seven breed compositions: Angus (ANAN), Hereford (HHHH), Angus x Caracu (ANCR), Angus x Hereford (ANHH), Angus x Nellore (ANNE), Nellore x Angus (NEAN) and Nellore (NENE), held in extensive breeding conditions in the city of Bagé, Southern Brazil, were used in this study. Blood samples were collected around 30 days before parturition (day -30), and every seven days from calving (day 0) to six weeks postpartum (day 42), for determination of serum albumin, glucose, non-esterified fatty acids (NEFA), beta-hydroxybutyrate (BHB), urea, insulin and IGF-I. In these dates cows weighing and determination of body condition scores (ECC) were also performed. Milk yield was obtained by mechanical milking on three occasions, beginning, middle and end of lactation. On the day of calving the calves were weighed, repeating this procedure at weaning, when cows' weight were also obtained to determine individual efficiency (EI), actual fertility (FR), calving interval (IP) and calf weight adjusted for 205 days (P205). There was a significant decrease in weight and BCS of cows on day 7. Cows of ANNE composition had higher average ECC than ANAN and HHHH cows. We verified low concentrations of IGF-I in early postpartum and gradual elevation to the last collection (day 42), low concentrations of insulin in the early weeks postpartum (day 14), elevated NEFA concentrations on day 7, followed by increased concentrations of BHB on collection day 21. Cows ANNE and NEAN showed higher concentrations of IGF-I than cows ANAN, HHHH and ANHH. Significant correlations were found between IGF-I and insulin, glucose and albumin in the end of the sampling period (day 42). Cows of ANCR genotype had the highest milk production at peak lactation, differing significantly from HHHH and NENE cows. Cows ANCR also had the highest total milk production, differing significantly from NENE cows. Cows ANNE had the lowest IP, differing significantly from cows NENE. Serum levels of hormones and metabolites found in this study characterize severe negative energy balance in the transition period of beef cows raised on native pasture in Southern Brazil. Crossbred cows of the ANNE, NEAN and ANCR composition showed better adaptation than the other genotypes, demonstrating the metabolic profile, less intense negative energy balance in early postpartum, which was reflected in superior performance on the maternal ability and reproductive efficiency.

Keywords: Beef cattle. Crossbreeding. Metabolism. IGF-I. Milk production. Calving interval.

Lista de Figuras

Figura 1. Médias de peso no período de transição de vacas de acordo com a semana de coleta.....	42
Figura 2. Médias de escore de condição corporal no período de transição de vacas de acordo com o genótipo e as semanas de coletas.....	44
Figura 3. Médias das concentrações séricas de IGF-I no período de transição de vacas de acordo com a composição racial.....	45
Figura 4. Médias das concentrações séricas de IGF-I no período de transição de vacas de acordo com a semana de coleta.....	47
Figura 5. Médias das concentrações de insulina no período de transição de vacas de acordo com o genótipo e as semanas de coleta.	49
Figura 6. Médias das concentrações de glicose no período de transição de vacas de acordo com o genótipo e as semanas de coleta	50
Figura 7. Médias das concentrações de AGNE de vacas no período de transição de acordo com o genótipo e as semanas de coleta	52
Figura 8. Médias das concentrações de BHB no período de transição de vacas de acordo com o genótipo e as semanas de coleta.	53
Figura 9. Médias das concentrações de ureia de vacas no período de transição de acordo com o genótipo e as semanas de coleta.	54
Figura 10. Médias das concentrações de albumina no período de transição de vacas de acordo com o genótipo e as semanas de coleta	56
Figura 11. Curvas de lactação estimadas por ordenha mecânica (OM), de vacas Angus (ANAN), F1 Angus-Caracu (ANCR), F1 Angus-Hereford (ANHH) e F1 Angus-Nelore (ANNE), F1 Nelore-Angus (NEAN), Hereford (HHHH) e Nelore (NENE) ajustadas conforme modelo proposto por Jenkins e Ferrell (1984).....	57

Lista de Tabelas

Tabela 1. Médias e erros padrão encontrados para as características Peso, Escore de condição corporal (ECC), IGF-I, Insulina (INS), Glicose (GLI), Ácidos graxos não-esterificados (AGNE), Beta-hidróxibutirato (BHB), Ureia (URE) e Albumina (ALB) de acordo com a composição racial.....	40
Tabela 2. Médias e erros padrão encontrados para as características Peso, Escore de condição corporal (ECC), IGF-I, Insulina (INS), Glicose (GLI), Ácidos graxos não-esterificados (AGNE), Beta-hidróxibutirato (BHB), Ureia (URE) e Albumina (ALB) de acordo com o dia de coleta.	41
Tabela 3. Correlações parciais entre as características metabólicas Albumina (ALB), Glicose (GLI), Insulina (INS) e IGF-I na coleta do dia 42 pós-parto.	57
Tabela 4. Médias e erros padrão encontrados pelo método de ordenha mecânica (OM), para os parâmetros 'a' e 'k' da curva de lactação, produção no pico de lactação (PP), semana do pico de lactação (PS), produção total aos 210 dias de lactação (PT210) e persistência de lactação (PERS), de acordo com a composição racial.....	58
Tabela 5. Percentual de prenhez, médias e erros padrão estimados para intervalo de parto (IP), fertilidade real (FR), peso ajustado aos 205 dias (P205), peso da vaca ao desmame (PVD) e eficiência individual (EI) de acordo com a composição racial e mês de parição (mês).....	60
Tabela 6. Correlação parcial entre as características de peso ajustado aos 205 dias (P205), peso da vaca ao desmame (PVD), fertilidade real (FR), intervalo de parto (IP) e eficiência individual (EI).....	62
Tabela 7. Correlação parcial entre as características de peso ajustado aos 205 dias (P205), peso da vaca ao desmame (PVD), fertilidade real (FR), intervalo de partos (IP), eficiência individual (EI), concentrações séricas de IGF-I e Produção leiteira total em 210 dias de lactação	63

SUMÁRIO

1. Introdução.....	13
2. Revisão de Literatura	16
2.1 Relações Metabólicas: Nutrição x Reprodução.....	16
2.2 Restabelecimento da função reprodutiva pós-parto.....	17
2.3 Características metabólicas do período de transição.....	19
2.4 Cruzamentos e o desempenho produtivo de vacas de corte	22
2.5 Particularidades metabólicas de vacas de diferentes genótipos	25
3. Material e Métodos	31
3.1 Local e período.....	31
3.2 Unidades experimentais	31
3.3 Coleta de amostras e dados de campo	33
3.4 Análises Laboratoriais	36
3.4 Análises Estatísticas.....	36
4. Resultados e Discussão	39
4.1. Características do período de transição de acordo com a composição racial e o período das coletas	39
4.1.1. Peso corporal	41
4.1.2. Escore de condição corporal.....	43
4.1.3. Concentrações séricas de IGF-I.....	44
4.1.4. Efeito do ECC ao parto e da perda de ECC no pós-parto sobre as concentrações de metabólitos e hormônios.....	47
4.1.5. Concentrações séricas de insulina (INS).....	48
4.1.6. Concentrações plasmáticas glicose.....	49
4.1.7. Concentrações séricas de Ácidos graxos não-esterificados (AGNE)	51

4.1.8. Concentrações séricas de Beta-Hidróxibutirato (BHB)	52
4.1.9. Concentrações séricas de ureia	54
4.1.10. Concentrações séricas de Albumina.....	55
4.2. Correlações entre metabólitos e hormônios	56
4.3. Produção Leiteira	57
4.4. Eficiência produtiva e reprodutiva.....	60
4.5. Correlações entre características metabólicas, leiteiras e reprodutiva	62
4.6. Discussão geral.....	64
5. Conclusões	66
6. Referências	67

1. Introdução

O Brasil possui o maior rebanho bovino do mundo, possuindo em torno de 212 milhões de cabeças, das quais aproximadamente 160 milhões são destinados à produção de carne (IBGE, 2012). O país é um importante exportador em função da disponibilidade de grandes áreas de pastagens, clima favorável e, mais recentemente, profissionalização da cadeia produtiva da carne.

Para que o Brasil se mantenha competitivo no mercado externo e possa buscar nichos de melhor remuneração é necessário atender às crescentes exigências dos mercados interno e externo, como a sustentabilidade ambiental dos sistemas produtivos, fazendo-se necessária a busca por animais que apresentem características de alto potencial produtivo, precocidade e eficiência reprodutiva, aliadas a uma alta capacidade de adaptação ao ambiente. O desafio é aumentar a produtividade do rebanho e atender as exigências do mercado consumidor de carne bovina, com produto de qualidade, com o inevitável aumento do número de cabeças do rebanho, mas buscando equilíbrio entre preservação ambiental e lucratividade do sistema.

Vislumbrando estes animais mais produtivos e “competitivos”, foram introduzidos na pecuária vários programas de melhoramento animal, que são principalmente baseados na seleção e/ou cruzamentos. A utilização destes métodos resulta em melhor desempenho nas características de importância econômica, sendo possível produzir animais eficientes nos mais diferentes ambientes (GREGORY; CUNDIFF, 1980). Sabe-se que o sucesso na produção de bovinos de corte é muito dependente do melhor aproveitamento da capacidade reprodutiva das vacas (YAVAS; WALTON, 2000), por isto, os ventres devem receber atenção especial e uma avaliação rigorosa, para que possamos selecionar animais adaptados ao ambiente de criação, que por sua vez resulta em ganhos de desempenho, redução de custos, e redução no uso de medicamentos ou insumos.

Os baixos índices reprodutivos são considerados limitantes para a obtenção de um maior desfrute, e comprometem a execução de um programa de seleção, devido à redução da disponibilidade de animais para reposição

(LOBATO, 1984). Quando se deseja aumentar os retornos econômicos do gado de cria, as características reprodutivas devem ser as primeiras a serem trabalhadas, de acordo com Grawunder & Mielitz Neto (1979).

A habilidade materna envolve dois aspectos primordiais: as relações materno-filiais, que são críticas nas primeiras horas após o parto para a sobrevivência do recém-nascido e a produção de leite adequada ao crescimento do seu bezerro (CROMBERG e PARANHOS DA COSTA, 1997). O ganho de peso pré-desmame está relacionado ao potencial genético do bezerro e ao meio ambiente a que é submetido. Dos fatores ambientais, sem dúvida, o mais importante para o crescimento dos bezerros é a alimentação fornecida pela vaca na forma de leite, que é a única fonte de nutrientes do bezerro nos primeiros meses de vida (ROVIRA, 1974; PIMENTEL et al., 2006). Rutledge et al. (1971), destacam que aproximadamente 60% da variação no peso dos bezerros aos 205 dias de idade foi atribuída à produção de leite materno.

Todavia, a lactação é um estado dominante sobre outras atividades fisiológicas, fazendo com que a vaca priorize a produção de leite para o bezerro em relação à atividade reprodutiva (BAUMAN, 2000). Este padrão metabólico é clássico em vacas leiteiras, onde a alta produção de leite, em parte, só é possível de ser obtida porque estes animais utilizam parte de sua reserva de gordura corporal para obtenção de energia e gordura para a síntese de leite na glândula mamária. Este evento homeorrético resulta em um balanço energético negativo (BEN), típico do início da lactação (BUTLER et al., 2003).

O BEN no período de transição do final da gestação para o início da lactação é fator determinante para o prolongamento do anestro pós-parto em vacas leiteiras (BUTLER et al., 2003). Da mesma forma, em vacas de corte, declínios adicionais no desempenho reprodutivo ocorrem quando as fêmeas, em lactação, encontram-se em BEN (SHORT et al. 1990; WETTEMANN E BOSSIS, 2000; WETTEMANN et al. 2003; HESS et al., 2005). A severidade do BEN pode estar relacionada à adaptabilidade da raça ao meio ambiente, e desta forma, possivelmente, grupos genéticos mais adaptados às condições do ambiente (climáticas, solo, qualidade das pastagens, etc.) podem apresentar melhor desempenho produtivo.

A severidade do BEN pós-parto está associada à ocorrência de transtornos metabólicos. Diversos eventos hormonais e metabólicos estão envolvidos nesta condição, determinados, principalmente, pelas drásticas mudanças na ingestão de matéria seca e pela transição da condição fisiológica da vaca, de gestante à lactante (GRUMMER, 1993). Outros fatores também estão relacionados, como a alta demanda de glicose pelo feto e pela glândula mamária e a consequente diminuição da sensibilidade à insulina (INS) nos tecidos periféricos no terço final da gestação (HOLTENIUS, 1993).

Hormônios metabólicos, tais como hormônio do crescimento (GH), insulina e fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-I) são importantes reguladores do balanço energético e estão diretamente relacionados com o restabelecimento da ciclicidade pós-parto (PORETSKY et al., 1999). Em vacas leiteiras, durante o período de transição, a redução de receptores para GH no fígado (GHR) leva ao desacoplamento do eixo somatotrófico, onde o fígado permanece com resposta reduzida ao GH e os eventos metabólicos dependentes desta rota, como a produção de IGF-I, ficam reduzidos (FENWICK et al. 2008). Em vacas de corte também é observada uma redução do nível circulante de IGF-I logo após o parto (SPICER et al., 2002), porém este mecanismo de dissociação do GH/IGF-I não foi demonstrado até o momento (JIANG et al., 2005).

Tais eventos predisõem a vaca ao aparecimento do fígado gorduroso e desenvolvimento de cetose. A falha no aumento de GHR leva a níveis circulantes mais altos de GH, e níveis relativamente baixos de IGF-I, pois este último é produzido em resposta à ativação do GHR pelo GH (LUCY, 2003). O GH alto mantém a vaca em estado catabólico, o qual é prejudicial à função reprodutiva. Além disso, IGF-I e insulina atuam sinergicamente como reguladores da esteroidogênese e do crescimento folicular ovariano (BUTLER, 2003).

O efeito da base genética sobre o perfil metabólico e hormonal no período pós-parto em vacas de corte já foi demonstrado (SIMPSON et al., 1997; ALVAREZ et al., 2000; SPICER et al., 2002; SCHNEIDER et al., 2010), comparando genótipos taurinos, zebuínos e cruzados. O conhecimento mais aprofundado das interações genótipo-ambiente no que se refere ao período de

transição de vacas de corte pode ser uma ferramenta importante na seleção de genótipos mais adaptados às condições locais e, portanto, economicamente mais eficientes. Desta forma, alguns genótipos com maior adaptabilidade metabólica podem ser mais adequados à produção de bezerros em regime de pastejo na região sul do Brasil.

O objetivo do presente estudo é determinar as características metabólicas durante o período de transição e suas relações com a habilidade materna e eficiência reprodutiva em vacas de corte de diferentes genótipos criadas no sul do Brasil.

2. Revisão da Literatura

2.1. Relações Metabólicas: Nutrição x Reprodução

O efeito da nutrição sobre o desempenho reprodutivo é um tópico amplamente estudado em todas as espécies, sejam ruminantes ou monogástricos (LUCY, 2003; CROMWELL et al., 1989). Vários trabalhos tem mostrado que muitos nutrientes também funcionam como mensageiros extras ou intracelulares, para desencadear eventos metabólicos, incluindo rotas diretamente relacionadas ao ciclo reprodutivo (BUTLER, 1998; BEAM; BUTLER, 1998; WEBB et al., 1999; LUCY, 2000, 2003)

Neste contexto, existem bases que estabelecem um processo integrado de sinais negativos e positivos, que podem culminar com a indução de um limiar capaz de ativar o processo reprodutivo em vacas de corte (HESS, 2008). Metabólitos como a glicose, os ácidos graxos não esterificados (AGNE), os corpos cetônicos (Beta-hidróxibutirato) e a ureia, e suas relações, estão envolvidos nesse sistema, e os hormônios GH, IGF-I e Insulina assumem papel central, principalmente quando se trata de vacas no início da lactação (BELL, 1995; BUTLER et al., 2003; DOUGLAS et al., 2006; WATHES et al., 2007).

O início do período pós-parto é marcado pelo início da lactação, com altas demandas energéticas, consumo voluntário reduzido, mobilização de gordura corporal e balanço energético negativo (BEN) (DOUGLAS et al., 2006). Quando as vacas estão em BEN, as concentrações sanguíneas de AGNE e

Beta-hidróxibutirato aumentam, enquanto as de IGF-I, insulina e glicose estão baixas (BELL, 1995; BUTLER et al., 2003; DOUGLAS et al., 2006; WATHES et al., 2007). A extensão destas alterações esta geralmente associada ao comprometimento da função ovariana e fertilidade (ROBINSON et al., 2006; LEROY et al., 2008).

De fato, o estado nutricional e metabólico pode alterar os parâmetros endócrinos, as concentrações circulantes de esteróides, os padrões de crescimento folicular, e a atividade secretória do útero de bovinos (ROBINSON et al., 2006; LEROY et al., 2008). Dessa forma, a ingestão apropriada de nutrientes é fundamental para o adequado desempenho reprodutivo em bovinos e outros animais. No entanto, em determinadas fases produtivas das matrizes, apenas a manipulação da dieta é insuficiente, uma vez que o consumo voluntário de alimento é reduzido, existem barreiras e condições metabólicas a serem suprimidas para um bom desempenho reprodutivo (BUTLER, 1998; BEAM; BUTLER, 1998; WEBB et al., 1999; LUCY, 2000, 2003).

2.2. Restabelecimento da função reprodutiva pós-parto

A ocorrência do primeiro estro até os 45 dias pós-parto é um marco importante para o sucesso reprodutivo desta fêmea no ciclo reprodutivo que se inicia. Mecanismos associados à obtenção e, posterior, manutenção da competência reprodutiva em vacas de corte no pós-parto resultam da integração funcional do eixo hipotálamo-hipófise-ovário (HESS, 2005).

Os centros cerebrais do eixo reprodutivo são estruturados de tal forma que o hipotálamo secreta o hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) no sistema sanguíneo porta-hipofisiário, que transporta o GnRH para a glândula pituitária anterior, onde a síntese e a secreção de gonadotrofinas, hormônio folículo estimulante (FSH) e hormônio luteinizante (LH) é estimulada (SHORT, 1990; WEBB et al., 2004) . O crescimento e o desenvolvimento folicular inicial são desencadeados pelo FSH. A secreção tônica de LH liberado em picos (devido a liberação pulsátil de GnRH), auxilia a maturação final do folículo dominante. A produção de estradiol pelos folículos ovarianos acaba atingindo um limiar que faz com que ocorra um pico de GnRH e conseqüentemente, um

pico de LH de grande amplitude, levando à ovulação (SHORT, 1990; LUCY et al., 1992; BAO & GARVERICK, 1998; WEBB et al., 2004).

O corpo lúteo que se forma logo após a ovulação, produz progesterona (P4), que suprime a liberação de GnRH pelo hipotálamo. A regressão luteal mediada pela liberação de prostaglandina (PGF2a) e o declínio das concentrações séricas de P4 permitem que o processo se repita. A manutenção do corpo lúteo, caso haja reconhecimento da prenhez resulta em inibição contínua deste ciclo durante toda a prenhez (SCHILLO, 1992; INSKEEP, 2004). A produção de grandes quantidades de esteroides pela placenta, principalmente estradiol e P4, durante o final da prenhez, exerce forte ação inibitória sobre o hipotálamo, resultando em liberação diminuída de GnRH (SHORT et al., 1990). A secreção de esteroides durante a prenhez também diminui as reservas hipofisiárias de LH (WETTEMANN et al., 2003). As reservas pituitárias e os pulsos de liberação de LH são restabelecidos de forma relativamente rápida após o parto (WILLIAMS, 1990). Entretanto a hipersensibilidade a inibição do estradiol parece contribuir para a continuação do anestro pós-parto (SHORT, 1990).

Neste contexto, vacas com comprometimento nutricional também parecem permanecer mais sensíveis ao efeito inibitório do estradiol (SHORT et al., 1990) e podem permanecer acíclicas por 100 dias ou mais devido a amplitude e frequência reduzidas da secreção de LH. Períodos mais longos de aciclicidade em vacas de corte são atribuídos à lactação, a presença do bezerro e a baixas reservas de tecido adiposo (RANDEL, 1990; SHORT, 1990; WILLIAMS, 1990; WETTEMANN e BOSSIS, 2000).

O principal objetivo da fase de cria na bovinocultura de corte é produzir um bezerro com alto valor de mercado por vaca por ano. Apesar dos avanços no conhecimento da biologia reprodutiva da vaca (SANTOS et al., 2004), muitos fatores envolvidos na retomada da ciclicidade pós-parto ainda não estão totalmente esclarecidos. O típico balanço energético negativo pós-parto está associado a um intervalo prolongado do parto a primeira ovulação (STAGG et al., 1998). No entanto, a causa subjacente de anestro pós-parto prolongado não é a falta de desenvolvimento do folículo dominante (folículos reiniciam o crescimento durante os primeiros dez dias após o parto), mas uma falha de ovulação (DISKIN et al., 2003) devido à reduzida concentração de metabólitos

e hormônios que atuam diretamente sobre o crescimento e maturação folicular (BEAM; BUTLER, 1999).

Uma vez que facilita o metabolismo da glicose, a insulina parece ser um candidato lógico ao papel comunicador do estado nutricional do animal. Diversos estudos demonstraram que a insulina é um sinal importante de mediação de efeitos nutricionais na dinâmica folicular de bovinos (WEBB et al., 2004). Além da insulina, o eixo somatotrófico (GH/ IGF-I) tem papel central no estado metabólico e forte conotação reprodutiva. As concentrações séricas de IGF-I aumentaram entre a 2^a e 10^a semana em vacas de corte que apresentaram estro no início do pós-parto, mas não em vacas em anestro (ROBERTS et al., 1997). Desta forma, esforços vêm sendo feitos para o estudo das características metabólicas do início do pós-parto em vacas e suas relações com a cascata de eventos hipotalâmicos e hipofisiários para o restabelecimento da função reprodutiva.

2.3. Características metabólicas do período de transição e sua repercussão reprodutiva

O período de transição da gestação para a lactação, compreendido entre as 3 semanas anteriores e 3 semanas posteriores ao parto, é crítico para o desempenho reprodutivo de uma vaca. O retorno à atividade ovariana e a concepção em menos de 100 dias após o parto são essenciais para a lucratividade de um sistema pecuário, seja de corte ou leite (ROCHE et al., 2000). Em vacas no terço final da gestação e início da lactação as demandas energéticas aumentam muito e ultrapassam a capacidade e/ou disponibilidade de alimento fazendo com que a mesma entre em balanço energético negativo (BEN) (BAUMAN AND CURRIE, 1980).

Durante o período de transição hormônios e metabólitos encontram-se alterados (WATHES et al., 2007). As concentrações sanguíneas de ácidos graxos não esterificados (AGNE) e beta-hidróxibutirato (BHB) aumentam, enquanto as de IGF-I e insulina estão baixas (BELL, 1995; BUTLER et al., 2003; DOUGLAS et al., 2006; WATHES et al., 2007). Apesar de todos terem importância para a relação entre metabolismo e reprodução, as alterações

ligadas ao eixo do GH e do IGF-I, tem grande repercussão metabólica e parecem ter um papel central nos eventos do período de transição (BUTLER, 1998; BEAM; BUTLER, 1998; WEBB et al., 1999; LUCY, 2000, 2003; BUTLER, 2003).

Logo após o parto, devido ao início da lactação, vacas tem uma redução drástica no nível sanguíneo de insulina, devido à drenagem de glicose pela glândula mamária para a síntese de lactose (BUTLER et al., 2003). Esta redução no nível de insulina leva a uma redução na expressão hepática do receptor do GH (GHR), especialmente GHR 1A (BUTLER et al., 2003). O GHR modula a síntese de IGF-I sob controle de GH (JONES; CLEMMONS, 1995), e é presente em maior abundância no fígado (BORNFELDT et al., 1989). As três variantes mais expressas são GHR 1A, 1B e 1C, responsáveis por 50, 35 e 15% do ácido ribonucleico mensageiro (RNAm) de GHR total, respectivamente (JIANG; LUCY, 2001).

Como o IGF-I é produzido em resposta à ativação do GHR pelo GH (JONES; CLEMMONS, 1995), nesta situação há uma dissociação do eixo GH/IGF-I, pois com a redução do GHR há uma redução na expressão hepática e nível circulante de IGF-I (FENWICK et al., 2008). Como consequência da redução do nível de IGF-I, a inibição realizada pelo IGF-I na secreção de GH é diminuído também (MULLER et al., 1999) e há um aumento no nível circulante de GH (BUTLER et al., 2003). Esta elevação do nível de GH associada a resistência do tecido adiposo à ação antilipolítica da insulina é benéfica para a produção de leite, pois estimula a lipólise e aumenta a disponibilidade de glicose para a síntese de leite pela glândula mamária (BELL, 1995). Por outro lado, devido ao aumento da lipólise, neste período logo após o parto há um aumento nos níveis de AGNE e perda do escore de condição corporal (DOUGLAS et al., 2006).

O IGF-I circulante tem papel fundamental na reprodução (VELAZQUEZ et al., 2008). O nível sanguíneo de IGF-I está relacionado à idade ao primeiro parto (YIMAZ et al., 2006), retorno a atividade ovariana pós-parto (BUTLER et al., 2006) e sobrevivência embrionária (VELAZQUEZ et al., 2005). Além do mais, o IGF-I atua no crescimento e diferenciação de folículos antrais (RIVERA; FORTUNE, 2003). Neste sentido a queda do nível de IGF-I no período pós-parto leva a um atraso no desenvolvimento de folículos antrais e,

conseqüentemente, da ovulação. Vários trabalhos demonstram que vacas que ovulam o folículo dominante da primeira onda pós-parto tem maiores níveis sanguíneos de IGF-I do que vacas anovulatórias (BUTLER et al., 2006, KAWASHIMA et al., 2007a, KAWASHIMA et al., 2007b). O IGF-I atua sobre os ovários (WILLIS et al., 1998) e funciona como um modulador da ação de gonadotrofinas, na teca e na granulosa, como estimulante da proliferação e diferenciação celular (ARMSTRONG; WEBB, 1997) e reduzindo a atresia folicular (EL-ROEIY et al., 1994).

Outro hormônio metabólico importante na reprodução é a insulina, responsável por estimular o transporte da glicose para dentro das células por proteínas (GLUT) presentes na membrana plasmática (SALES, 2011). Dessa forma, semelhante à glicose, a insulina tem papel importante no metabolismo energético celular (LAWRENCE et al., 2007). Além disso, a insulina apresenta efeitos anti-cetogênicos que podem interferir positivamente na eficiência reprodutiva durante o BEN. A insulina reduz a oxidação de AGNE pelo fígado, inibe a lipólise, aumenta a utilização de corpos cetônicos em tecidos periféricos e diminui tanto a disponibilidade de substrato como a atividade de enzimas hepáticas responsáveis pela cetogênese (BROCKMAN; LAARVELD, 1986). Neste contexto, a insulina tem influência sobre, além dos níveis de GH e IGF-I, os níveis dos metabólitos glicose, AGNE e BHB, os quais estão correlacionados com o desempenho reprodutivo.

A glicose é o substrato metabólico mais importante para o adequado funcionamento dos processos reprodutivos em bovinos (SHORT; ADAMS, 1988), sendo a principal fonte de energia para o sistema nervoso central. A sua inadequada disponibilidade reduz a liberação hipotalâmica de GnRH (KEISLER; LUCY, 1996; WETTEMAN et al., 2003). Em vacas de corte, há grande variação entre sistemas produtivos na concentração de glicose, no entanto, alguns pesquisadores sugerem que o papel da glicose como mediador nutricional do controle reprodutivo não seja um fator decisivo, apenas um indicador de tolerância (KEISLER; LUCY, 1996).

A grande mobilização das reservas corporais de tecido adiposo condiciona a oxidação de AGNE no fígado (CHILLIARD; BOCQUIER; DOREAU, 1998). No entanto, quando a produção de AGNE supera a

capacidade hepática de oxidá-los, ocorre a formação de corpos cetônicos, dentre os quais se destaca o beta-Hidróxibutirato (SMITH et al., 1997). A maioria dos estudos concentra-se em avaliar os efeitos do BEN do pós-parto recente sobre os hormônios do eixo hipotálamo-hipófise-ovários, sendo menos estudados os possíveis efeitos diretos dos metabólitos, tais como as concentrações baixas de glicose e elevadas de BHB e AGNE (LEROY et al., 2008). Leroy et al. (2004) verificaram que a constituição do fluido folicular de vacas leiteiras de alta produção está diretamente associada à mudanças bioquímicas séricas durante o pós-parto. Desta forma, o aumento de BHB e AGNE séricos durante o início do pós-parto pode interferir negativamente na qualidade do ovócito, induzindo apoptose e necrose das células da granulosa (LEROY et al., 2005). Diante de tais dados, conclui-se que o efeito da alta concentração de BHB e AGNE na qualidade do ovócito pode ser um dos fatores que prejudiquem a fertilidade de vacas durante o início de lactação (LEROY et al., 2008).

2.4. Cruzamentos e eficiência produtiva de vacas de corte

A criação de bovinos de corte caracteriza-se por duas fases distintas, a cria, segmento da atividade no qual o rebanho cresce em número, enquanto na terminação o rebanho aumenta em peso. As características de maior importância na primeira fase são precocidade sexual, fertilidade, intervalo de partos, habilidade materna (principalmente produção leiteira), rusticidade e tamanho adulto da vaca (CUBAS et al., 2001). Como regra, estas características reprodutivas possuem menor herdabilidade, e são as que respondem melhor aos cruzamentos, por meio do incremento da heterose (ROSO; FRIES, 2000).

A heterose e a complementariedade, fenômenos associados aos cruzamentos, podem ser explorados prontamente, dependendo apenas da caracterização das raças e de seus cruzamentos, a fim de se encontrar combinações raciais que melhor se ajustem às fases do processo produtivo, bem como às condições ambientais e exigências de mercado de cada região (GREGORY; CUNDIFF, 1980; CUBAS et al., 2001). O grau de heterose obtido

nos cruzamentos depende do nível de heterozigose materna e individual, do distanciamento genético entre as raças envolvidas, das frequências gênicas na população, da característica em questão e das interações com o ambiente. Os cruzamentos *Bos indicus* x *Bos taurus* resultam em maior heterose, comparativamente aos cruzamentos *Bos taurus* x *Bos taurus* (ROSO; FRIES, 2000). A utilização do cruzamento entre raças zebuínas e taurinas tem apresentado resultados positivos por unir a adaptação ambiental do gado zebu, a produtividade do *Bos taurus* e o alto nível de heterozigose produzido (GREGORY; CUNDIFF, 1980; NEGUSSIE et al., 1999).

Vacas zebuínas (*Bos indicus*) tendem a ser menos férteis e terem níveis mais baixos de produção de leite do que vacas das raças taurinas, mas a sua melhor adaptação às condições ambientais as tornam mais propensas a reproduzir com sucesso nos trópicos (RANDEL, 2005). Os animais cruzados, oriundos do cruzamento entre zebuínos e taurinos, unem a adaptação ambiental do gado zebu e a produtividade do *Bos taurus* (NEGUSSIE et al., 1999) e apresentam um elevado grau de vigor híbrido.

O desenvolvimento e o peso dos bezerros ao desmame constitui um critério consagrado para julgar a habilidade materna das vacas, uma vez que os mesmos são, em parte, reflexo direto da produção de leite das mesmas (MENDONÇA et al., 2002). Vários estudos consideram que até 60% das variações no peso do bezerro ao desmame são atribuídos à produção de leite da mãe (RUTLEDGE et al. 1971). Oliveira et al. (2007) estudando o desempenho de bezerros de vacas Nelore e cruzas com Simental e Limousin, perceberam um desempenho superior dos bezerros cruzas no peso ao desmame aos 210 dias com médias de 138,8, 187,1, 175,5 Kg respectivamente. Estes resultados demonstram o ganho obtido com a heterose no desempenho das matrizes para a característica habilidade materna. Da mesma forma, diferentes proporções raciais em cruzamentos envolvendo as mesmas raças tem influência no desempenho das matrizes. Estudando duas composições raciais de vacas de corte, Fagundes et al. (2004), observaram que a composição racial da mãe influencia significativamente o ganho diário médio GDM e peso à desmama dos bezerros, uma vez que bezerros filhos de vacas $\frac{1}{2}$ Nelore $\frac{1}{2}$ Hereford e $\frac{1}{4}$ Nelore $\frac{3}{4}$ Hereford tiveram um GDM de 799

gramas e 727 gramas respectivamente, e um peso a desmama de 211,5 Kg e 193,12 Kg.

Ao utilizar matrizes com maior potencial genético para produção de leite, é necessário considerar as condições nutricionais locais para não prejudicar características relacionadas à eficiência reprodutiva (OLIVEIRA et al., 2007). A produção leiteira está relacionada aos eventos metabólicos do BEN no pós-parto recente, com impacto negativo na reprodução, de acordo com a intensidade do desbalanço energético (BUTLER, 1998; BEAM; BUTLER, 1998; WEBB et al., 1999; LUCY, 2000, 2003). Daley et al. (1987) verificaram que vacas cruzas produziam mais leite, o que ocasionou um maior desgaste destas no pós-parto, por consequência um maior período de anestro pós-parto. Alencar et al. (1993), estudando vacas Canchim (Nelore x Charolês) e Nelore também encontraram tendências de efeito negativo da produção de leite sobre a eficiência reprodutiva pós-parto. Perotto et al. (2006), trabalhando com primíparas, relataram que cada quilograma de aumento no peso do bezerro à desmama aumentou em $1,49 \pm 0,88$ dias ($P=0,09$) o intervalo de partos que se sucedeu ao nascimento do respectivo bezerro. Pode-se conjecturar que bezerros que ganharam mais peso no período pré-desmama impuseram maior desgaste energético às mães, influenciando negativamente a retomada de sua atividade reprodutiva após o parto.

Por outro lado, vários estudos apontam melhores desempenhos reprodutivos de vacas cruzadas, quando comparadas a matrizes de raças puras (GREGORY; CUNDIFF, 1980; NEGUSSIE et al., 1999; RESTLE et al., 1999; ROSO; FRIES, 2000). Tal afirmação pode estar relacionada aos benefícios do vigor híbrido para características reprodutivas (ROSO; FRIES, 2000). A diversidade de resultados pode estar relacionada a interações genótipo ambiente, uma vez que determinados cruzamentos apresentam melhores desempenhos reprodutivos em alguns ambientes, enquanto em outros, existem incrementos significativos da heterose na produção leiteira, com prejuízos a reprodução. Um terceiro cenário também pode ser identificado, onde vacas cruzadas apresentam melhores desempenhos tanto na habilidade materna, quanto na reprodução. Tais eventos podem ser explicados por adaptação metabólica e BEN menos severo, em função de maior adequação de um determinado genótipo a determinado ambiente de criação.

Lobato e Magalhães (2001) que estudaram comportamento reprodutivo de primíparas das raças Hereford, $\frac{1}{2}$ Hereford $\frac{1}{2}$ Angus e $\frac{1}{2}$ Tabapuã $\frac{1}{2}$ Hereford, não encontraram diferença de Intervalo de partos (IP) entre estes grupos genéticos, já Perotto et al. (2006) encontraram diferenças para esta característica dependendo da composição racial das vacas, onde relataram 492 dias de IP para vacas Nelore, valor significativamente maior do que o das vacas cruza Nelore e Angus (434 dias). McManus et al. (2002) também notaram diferenças significativas no intervalo de partos, conforme a composição racial da vaca, com vantagem dos grupos cruzados ($\frac{1}{2}$ Canchim $\frac{1}{2}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Simental $\frac{1}{2}$ Nelore) sobre os grupos de vacas (Canchim e Nelore), onde a média de IP dos dois grupos mestiços foi de 414 dias e a dos grupos de raça definida, de 478 dias.

Barcellos et al. (1996) estudando eficiência reprodutiva de vacas Hereford e cruzadas com Nelore ($\frac{1}{2}$ e $\frac{2}{3}$ Hereford) na região da campanha do Rio Grande do Sul, observaram intervalos de partos bem maiores das matrizes puras, onde as vacas Hereford tiveram o IP de 570 dias, diferindo significativamente das cruzadas $\frac{1}{2}$ e $\frac{2}{3}$ Hereford, que não diferiram entre si, quando ambas tiveram IP de 472 dias.

2.5. Particularidades metabólicas e reprodutivas de vacas de diferentes genótipos

Existem diferenças clássicas nas características reprodutivas de vacas *Bos taurus* e *Bos indicus*, que incluem períodos de gestação mais longos (FOOTE et al, 1960;. REYNOLDS et al, 1980), e estros mais curtos e menos intensos de vacas zebuínas em relação as taurinas (RHODES e RANDEL, 1978; GALINA et al, 1982;. RANDEL, 1984). Além disso, a puberdade ocorre em uma idade mais avançada em novilhas *Bos indicus* do que em novilhas *Bos taurus* (PLASSE et al., 1968;. BAKER et al, 1969), e a taxa de partos gemelares é menor em zebuínas do que em taurinas (RUTLEDGE, 1975).

Neste contexto, disparidades em aspectos determinantes, incluindo a secreção de gonadotrofinas (RHODES et al., 1978) e esteroides (ADEYEMO e

HEATH, 1980,. SEGERSON et al, 1984), e o crescimento folicular e luteal (SEGERSON et al, 1984;. SIMPSON et al, 1994), podem estar relacionados a diferenças na secreção e níveis séricos de metabólitos e hormônios metabólicos (SIMPSON et al, 1994;. 1997).

Variações nas concentrações circulantes de GH, insulina e IGF-I têm sido observadas entre raças ou diferentes tipos e aptidões de raças bovinas (ECHTERNKAMP et al, 1990; SCHAMS et al, 1991; SPICER et al., 1993, 2002), e seleção genética também tem sido utilizada para alterar as concentrações circulantes de IGF-I (DAVIS e SIMMEN, 1997), fornecendo evidências de fontes genéticas para a variação deste hormônio.

Schams et al., (1991), estudaram as alterações de IGF-I, GH, insulina, ácidos graxos livres (AGNE) e a produção de leite durante um período pré-parto e toda a lactação de vacas das raças de dupla aptidão Fleckvieh (Simental) e Pardo-suiço, e a leiteira Holandês. Níveis de GH e AGNE e a produção leiteira mostraram um claro aumento após o parto em todas as três raças. Em contraste, insulina e IGF-I caíram imediatamente no pós-parto. Com o decorrer da lactação, todos os parâmetros do plasma investigados voltaram aos valores observados durante a prenhez. Os três grupos genéticos estudados mostraram valores significativamente diferentes de GH, INS, IGF-I e produção leiteira durante as primeiras oito semanas de lactação. Maior produção leiteira e maiores concentrações sanguíneas de GH e AGNE no pós-parto foram encontradas nas vacas Holandês. Em contraste, os níveis de IGF-I e insulina foram maiores nas vacas do grupo Fleckvieh, que também produziram menos menos leite. Os resultados deste estudo indicaram relações entre a produção leiteira e a concentração de GH e AGNE com a redução nos níveis de insulina e IGF-I, concentrando neste ponto a discussão acerca das diferenças raciais encontradas.

Em estudo semelhante, avaliando também raças de corte, Spicer et al., (1993) comparou os níveis de IGF-I e mudanças no escore de condição corporal no pós-parto de vacas múltiparas filhas de touros Angus, Hereford, Jersey, Simental e Pardo-suiço sobre matrizes Angus e Hereford. Os autores encontraram menores níveis séricos de IGF-I nas matrizes F1 filhas dos touros Jersey, Simental e Pardo-suiço. As reduzidas concentrações de IGF-I em mestiças Jersey, Simental e Pardo-suiço comparadas com as cruzas entre

Angus e Hereford também foram relacionadas com a possível maior produção de leite e balanço energético negativo mais intenso das primeiras. Menores escores de condição corporal também estiveram relacionados a baixas concentrações de IGF-I sérico, o que foi associado à intensidade do balanço energético negativo.

Simpson et al. (1997), também visando identificar os efeitos de raça, e também de esteroides (estradiol) sobre o metabolismo, determinaram os níveis de GH, IGF-I, glicose e ureia de vacas Angus e Brahman ovariectomizadas e submetidas ou não a implantes auriculares de estradiol. Em geral, a concentração plasmática de IGF-I foi maior em vacas Brahman do que em vacas Angus. Vacas Brahman também apresentaram maiores níveis de ureia que vacas Angus e as concentrações plasmáticas de glicose não foram afetadas pelas raças. Em estudo anterior, o mesmo grupo determinou que em vacas intactas (não ovariectomizadas), as matrizes Brahman apresentaram concentrações sistêmicas de IGF-I maiores que vacas Angus, apontando diferenças no perfil deste hormônio entre vacas taurinas e zebuínas (SIMPSON et al., 1994).

Ainda com relação aos achados de Simpson et al., (1997), as concentrações de GH também foram influenciadas pela raça de tal forma que vacas Brahman tiveram maior concentração média e maior amplitude de pulsos de GH do que as vacas Angus, o que até então não havia sido relatado. Os motivos para a secreção de GH ser menor em vacas Angus do que nas vacas Brahman não é clara. Buscando relações com o volume de tecido secretor, ainda no estudo de Simpson et al., (1997), as hipófises das vacas avaliadas foram pesadas após abate. Vacas Brahman tiveram pesos menores de hipófise anterior e posterior que vacas Angus. A possibilidade de diferenças de pesos das glândulas pituitárias refletir diretamente mudanças na secreção de GH e sua disposição metabólica exigem estudos mais aprofundados.

Em contrapartida, Simpson et al., (1997) citou Carroll et al., (1996), que com base em análise imunocitoquímica, encontrou em novilhos 3/4 Brahman X 1/4 Angus, maior número de somatotrofos (células da adenoipófise que produzem GH (somatotrofina) que animais 3/4 Angus x 1/4 Brahman, sem encontrar diferenças no tamanho das células. Assim, apesar de uma pequena glândula pituitária anterior, vacas Brahman podem ter uma maior concentração

de GH, por possuir um maior número de somatotrofos na glândula pituitária. As concentrações maiores de GH nas vacas Brahman podem ter resultado na maiores concentrações de IGF-I em vacas Brahman do que nas vacas Angus. Em apoio a este último aspecto, concentrações de GH e IGF-I foram positivamente correlacionadas (SIMPSON et al., 1997), iniciando um novo âmbito de discussões acerca das diferenças raciais no comportamento do eixo somatotrópico.

Concordando com Simpson et al., (1997), Alvarez et al. (2000), estudando características metabólicas durante o ciclo estral de vacas lactantes Brahman, Senepol e Angus, encontraram níveis séricos mais altos de GH, IGF-I, insulina e ureia nas vacas zebuínas, enquanto os níveis de glicose foram maiores em vacas Senepol. Maiores concentrações de hormônios metabólicos em vacas Brahman, comparadas a vacas Senepol e Angus sugerem uma maior atividade do eixo somatotrópico em vacas Zebuínas do que em vacas taurinas. No entanto, a atividade do eixo gonadotrófico é maior em vacas Angus, do que em vacas Brahman e Senepol, pois também foram encontradas maiores concentrações de hormônio folículo-estimulante (FSH) em vacas Angus neste estudo. Desta forma, os papéis relativos dos eixos somatotrópico e gonadotrófico na regulação do desempenho reprodutivo em vacas *Bos Indicus* e *Bos taurus* requerem estudos adicionais.

Neste contexto, Spicer et al., (2002), estudaram os níveis de IGF-I de vacas lactantes Angus, Charolês, Brahman e oriundas do cruzamento entre estas raças. As concentrações séricas de IGF-I das vacas Brahman foram maiores que as dos demais genótipos. As vacas F1 *Bos indicus* vs *Bos taurus* (Angus x Brahman e Charolês x Brahman) apresentaram valores intermediários e as vacas Angus, Charolês e Angus x Charolês apresentaram os níveis mais baixos do hormônio. As concentrações séricas de IGF-I não se alteraram com a semana pós-parto em vacas Charolês, Angus e Angus x Charolês, mas aumentaram entre a 2ª e a 7ª semanas pós-parto em vacas Brahman, Brahman x Charolês e Angus x Brahman. Assim, em condições fisiológicas, podemos dizer que vacas Brahman têm maiores concentrações sistêmicas de IGF-I que vacas Angus durante o período pós-parto. O que até então não havia sido relatado anteriormente, é que vacas mestiças Brahman (Angus x Brahman e Brahman x Charolês) apresentaram concentrações de IGF-I no soro

intermediárias às concentrações observadas nas Brahman, e Angus ou Charolês. Coletivamente, estes e outros estudos têm confirmado os efeitos genotípicos sobre os níveis sistêmicos de IGF-I em bovinos (ECHTERNKAMP et al, 1990;. JONES et al, 1991.; SPICER et al., 1993).

Explorando outras possibilidades, Roberts et al., (2005), buscaram determinar a influência da raça e tipo racial do pai no comprimento do anestro pós-parto e concentrações circulantes de IGF-1 e de GH em resposta à variação da ingestão de energia. Para tal, avaliou filhas de touros Longhorn, Galloway, Angus (2x - Linhagens 1960 e 1980), Hereford (2x –Linhagens 1960 e 1980), Nelore, Salers e Shorthorn sobre vacas Angus e Hereford. Grandes diferenças de energia necessárias para a lactação foram propostas como principal contribuição para as diferenças raciais de IGF-1 observadas nos estudos anteriores (SCHAMS et al., 1991; SPICER et al., 1993; SIMPSON et al., 1997; ALVAREZ et al., 2000; SPICER et al., 2002). Maiores concentrações circulantes de IGF-1 foram observadas em vacas filhas de touros Nelore. Esta descoberta expande as evidências de que as concentrações circulantes de IGF-I são maiores em vacas *Bos indicus* do que em vacas *Bos taurus*. A maior diferença de IGF-I observada entre as vacas *Bos taurus* no presente estudo foram as maiores concentrações de IGF-1 em vacas filhas de touros Longhorn, quando comparadas as filhas dos outros touros *Bos taurus*. Comparando a produção de leite, vacas F1 Nelore e Longhorn estiveram entre as mais baixas entre os genótipos avaliados (JENKINS et al., 2000). Assim, uma relação inversa entre concentrações circulantes de IGF-I e potencial para produção leiteira existiu, apoiada pela correlação negativa entre a produção leiteira e as concentrações de IGF-I encontrada no estudo.

Ainda com relação ao estudo de Roberts et al. (2005), as comparações entre as raças puras *Bos taurus* classificadas em tipos biológicos, baseados nas variações do tamanho maduro e potencial genético para produção de leite, não mostraram diferenças nas concentrações de IGF-I em três semanas após o parto, mesmo que o tipo biológico representasse uma variação significativa no efeito da restrição alimentar imposta neste período. As diferenças na ingestão de energia não determinaram influência nas diferenças raciais verificadas para as concentrações de IGF-I no pós-parto recente,

demonstrando que o caráter genético é preponderante sobre aspectos nutricionais nas condições investigadas.

Além de existirem pressões de seleção para outras características, resultando na evolução destas raças, associadas às diferenças de concentrações circulantes de IGF-I, o aumento das concentrações circulantes de IGF-I em bovinos Angus, já foi alcançado pela seleção direta para esta característica (DAVIS E SIMMEN, 1997). Estes achados indicam o potencial para a modificação desta característica através da pressão de seleção direta ou indireta.

Neste contexto, Schneider et al., (2010), avaliou as concentrações plasmáticas de IGF-I e a expressão hepática de RNAm de IGF-I e dos receptores para GH (GHR) em vacas Angus e F1 Angus x Nelore no pós-parto recente. Concentrações de IGF-I foram maiores em vacas Angus x Nelore do que em vacas Angus. Não houve diferença na expressão de GHR e IGF-I de acordo com a raça. Foi verificado aumento acentuado na concentração plasmática de IGF-I no pós-parto das vacas mestiças Angus x Nelore, em comparação com vacas Angus. Além disso, as mudanças pós-parto nas concentrações de IGF-I não foram associadas com alterações na expressão de RNAm de GHR, GHR 1A e IGF-I.

Finalmente, relacionando parâmetros metabólicos a caracteres reprodutivos específicos, Sales (2011) estudou o efeito de dietas com diferentes níveis de energia, manutenção (M) e alta energia (1,7M), em vacas não lactantes *Bos indicus* (Gir) e *Bos taurus* (Holandês) para produção *in vitro* de embriões. Foi verificado que vacas *Bos indicus* apresentaram maiores concentrações de glicose, colesterol, AGNE e ureia, tanto no soro quanto no líquido folicular. Não houve diferenças nos níveis de Beta-Hidróxibutirato. Por fim, os autores observaram quadro de hiperinsulinemia (insulina > 51,9 µUI/ml) em 60% das vacas *Bos indicus* que receberam a dieta com alta energia. Além disso, vacas *Bos indicus* apresentaram melhor qualidade e maior quantidade de ovócitos viáveis e produção *in vitro* de embriões que as doadoras *Bos taurus*.

3. Material e Métodos

3.1. Local e Período

A pesquisa foi realizada entre os anos de 2011 e 2012, no Centro de Pesquisa de Pecuária dos campos Sul-Brasileiros (CPPSul), na Empresa brasileira de pesquisa agropecuária (Embrapa), situada no município de Bagé, localizado na região fisiográfica denominada de Campanha, Estado do Rio Grande do Sul, entre os paralelos 30° 30' e 31° 56' Sul e os meridianos de 55° 30' e 54° 30' a Oeste de Greenwich.

A região apresenta clima mesotérmico, tipo subtropical da classe Cfa 1, de acordo com a classificação de Köppen, com chuvas distribuídas uniformemente durante o ano, em que a média é de 1350 mm, variando entre 1080 e 1620mm, 34% no inverno, 25% na primavera, 16% no verão e 25% no outono. Entre os meses de novembro a março, podem ocorrer períodos secos (MACEDO, 1984).

A área experimental consiste de sete poteiros, denominados de 2, 3a, 3bc, 6, 7a, 7b e 7c, que juntos totalizam aproximadamente 250 ha, onde predomina pastagem nativa infestada por capim Annoni (*Eragrostis plana* Nees). A área também conta com instalações de manejo para coletas, pesagens, avaliações e tratamento sanitário dos animais.

3.2. Unidades Experimentais

Foram utilizadas 57 vacas de primeira, segunda e terceira crias, com idade entre três e cinco anos, sob pastoreio contínuo, com carga animal média de 315 kg/ha. Estas vacas são oriundas de um experimento de cruzamentos que foi conduzido no Centro de Pesquisa de Pecuária dos Campos Sul-Brasileiros, Embrapa Pecuária Sul, que é uma das Unidades descentralizadas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), entre 2006 e 2009, dentro um amplo projeto nacional da Embrapa e seus parceiros, denominado Bifequali. Para o presente estudo foram utilizadas vacas de sete composições raciais, sendo sete animais da raça Angus (ANAN), sete da raça

Hereford (HHHH), nove do cruzamento de vacas Angus com touros Caracu (ANCR), nove do cruzamento de vacas Angus com touros Hereford (ANHH), nove do cruzamento de vacas Angus com touros Nelore (ANNE), oito do cruzamento de vacas Nelore com touros Angus (NEAN) e oito da raça Nelore (NENE). Outras composições raciais geradas no projeto Bifequali não foram incluídas no presente experimento devido ao pequeno número de vacas disponíveis. As vacas foram divididas em quatro classes conforme o número de parições, onde: 3.1 são vacas de três anos parindo a primeira cria, 4.1 são vacas de quatro anos parindo a primeira cria, 4.2 são vacas de quatro anos parindo a segunda cria, 5.2 são vacas de cinco anos parindo a segunda cria e 5.3 são vacas de cinco anos parindo a terceira cria.

A fim de verificar os efeitos do ECC ao parto sobre os parâmetros metabólicos e hormonais no período pós-parto, as vacas foram classificadas de acordo com o escore de condição corporal (ECC). Vacas que pariram com $ECC \geq 3,5$ foram consideradas como ECC adequado e vacas com $ECC < 3,5$ foram consideradas como ECC insuficiente ao parto. Em condição semelhante, as vacas foram classificadas em outros dois grupos, as que perderam escore e as que ao menos mantiveram o escore de condição corporal entre os dias 0 (parto) e 42.

Estas vacas foram divididas ao acaso, apenas dentro de composição racial, em dois lotes e acasaladas com touros das raças Brangus (BN) e Braford (BO) em dezembro de 2010. Inicialmente foi realizada inseminação artificial em tempo fixo, utilizando o método descrito por Souza e Moraes (1998), empregando pessários de progesterona (esponjas intra-vaginais impregnadas com 250 mg de acetato de medroxiprogesterona) por sete dias e administração intramuscular de 1 mg de benzoato de estradiol no momento da colocação. Após a retirada dos pessários, executou-se a inseminação artificial (IA) pelo método convencional, com observação de cio, utilizando-se sêmen de seis touros BN e cinco touros BO e, em seguida, um repasse de monta natural que durou 75 dias com dois touros BO e dois BN em cada lote. A temporada seguinte de entoure foi iniciada em janeiro de 2011 utilizando-se a mesma metodologia citada.

3.3. Coleta de amostras e dados de campo

O período de parição foi entre os dias 2 de novembro e 18 de dezembro de 2011. No dia do parto os bezerros foram pesados, repetindo-se este procedimento em 15 de maio de 2012, por ocasião da desmama (174 ± 12 dias de idade). Neste mesmo manejo as vacas foram pesadas e foi realizado diagnóstico de gestação das mesmas.

Amostras de sangue foram coletadas por punção da veia jugular em tubos vacutainer® de 10 ml (BD Diagnostics, São Paulo, Brasil). Os tubos foram armazenados em temperatura ambiente para completa coagulação e, imediatamente centrifugados (3500 g durante 10 minutos). O soro foi colhido e armazenado em microtubos do tipo eppendorf® a -20°C até o momento das análises laboratoriais. Foram realizadas coletas 30 dias antes da data prevista para o parto (dia -30), ao parto (dia 0), e a cada sete dias até a 6ª semana pós-parto (dia 42). Todas as amostras de soro foram utilizadas para a determinação das concentrações sanguíneas de albumina, glicose, ácidos graxos não esterificados, Beta-hidroxi-butirato e ureia, enquanto que apenas as amostras coletadas nos dias 0, 14, 28 e 42 pós-parto foram utilizadas para a determinação das concentrações de IGF-I e insulina. Nos mesmos dias também foi realizado a pesagem das vacas em balança eletrônica (TRU-TEST®) e a determinação do escore de condição corporal de cada vaca, utilizando uma escala de 1 a 5, segundo MORAES et al., (2005).

As produções de leite foram obtidas por meio de ordenha mecânica, realizada em três períodos diferentes durante a lactação: início (40-60 dias), meio (90-110 dias) e fim (180-210) de lactação. No dia anterior à avaliação, às 13h, os bezerros foram separados das vacas e às 19h, foram reunidos com as mães durante 45 minutos para mamar e esgotar o leite das glândulas mamárias. Em seguida as vacas foram separadas dos bezerros até a manhã seguinte, sendo colocadas em um piquete com água e pasto. Na manhã seguinte às 7h, iniciava-se a ordenha no tronco de contenção com as vacas presas pelo pescoço e pelo peito. Após a contenção, aplicou-se 3ml de ocitocina intravenosa, a fim de facilitar a ejeção do leite. Após o úbere ser lavado e massageado, o leite foi extraído com o uso de uma ordenhadeira

mecânica móvel AT BVF 200 (Fockink®) até que ocorresse o esgotamento do úbere, processo que durava em torno de 7 minutos. A equação utilizada para estimar a produção de leite em 24 horas foi a proposta por Restle et al. (2003):

$$PL = \frac{(POM) * 60 \text{ min} * 24h}{TMO},$$

Onde PL: produção estimada para as 24 horas no dia da ordenha em Kg/dia; POM: é a produção obtida com a ordenha mecânica e TMO: é o tempo em minutos entre a última mamada e a ordenha.

Posteriormente à ordenha, foram coletadas amostras de aproximadamente 100 mL de leite, que foram enviadas ao laboratório para determinação da concentração de gordura. Alguns trabalhos indicam que o teor de gordura é afetado ainda pela idade da vaca e época do parto, por estas razões, a produção de leite foi corrigida para 4% de gordura, empregando a equação de Gaines-Davidson (1925):

$$PLG = 0,4 * PL + 0,15 * PL * \%G,$$

Em que: PLG = produção de leite corrigida para 4% de gordura; PL = produção de leite no dia da ordenha (Kg/dia) e %G = porcentagem de gordura do leite.

As demais características produtivas e reprodutivas consideradas foram: Taxa de prenhez (TP), eficiência individual das vacas a desmama (EI), intervalo de partos (IP), peso do bezerro ajustado para 205 dias de idade (P205), peso da vaca ao desmame (PVD) e fertilidade real (FR).

A eficiência individual das vacas a desmama (EI) foi calculada pela relação entre seu peso vivo e o do bezerro que desmamou através da seguinte equação:

$$EI = \frac{PD}{PVD},$$

Em que: PD = peso do bezerro ao desmame; PVD = peso da vaca ao desmame.

O intervalo de parto (IP) foi calculado através da diferença, em dias, entre a data do parto de 2010 e a data do parto em 2011. Devido à estação de monta fixa, algumas vacas que não conceberam dentro do período pré-determinado e, portanto, não tiveram o seu IP mensurado. Esse é um exemplo de dado censurado (CARDOSO et al., 2009), pois espera-se que essas vacas viessem a conceber caso o período de monta fosse mais longo. Uma alternativa utilizada para permitir o uso de modelos lineares para características com dados censurados, é substituir esses registros censurados por valores projetados baseados na informação disponível no momento da avaliação (VANRADEN e KLAASKATE, 1993).

A alternativa adotada foi considerar que as vacas falhadas teriam concebido no próximo ciclo estral caso a estação de monta tivesse sido prolongada, atribuindo a todas as vacas um valor projetado único, penalizando esses registros com 21 dias além do último parto observado em 2011 (JOHNSTON; BUNTER, 1996).

Peso do bezerro ao desmame foi corrigido para 205 dias de idade (P205) através da seguinte equação:

$$P_{205} = \left(\frac{PD - PN}{IDD} \right) * 205 + PN,$$

Em que: PD = peso ao desmame; PN = peso ao nascimento; IDD = idade no dia da desmama em dias.

Fertilidade real (FR), que contabiliza simultaneamente a fertilidade e a produção de carne, expressa em quilos de bezerros desmamados por ano efetivo, é calculada através da equação proposta por Lôbo (1994):

$$FR = \frac{PD * 365}{IP},$$

Em que: PD = peso ao desmame; IP = intervalo de parto.

3.4. Análises Laboratoriais

As concentrações sanguíneas de albumina, glicose, ureia e AGNE foram determinadas por métodos colorimétricos utilizando o espectrofotômetro FEMTO 700 Plus (Femto Ind. e Com.. de Instrumentos Ltda., São Paulo, Brasil). Os kits comerciais Albumina, Glicose PAP Liquiform, Ureia CE (Labtest Diagnóstica, Lagoa Santa, Brasil; Tabeleão et al., 2008) e NEFA-HR (Wako EUA, Richmond, EUA; Ballou et al. 2009) foram utilizados para estas determinações. Os coeficientes de variação intra-ensaio foram inferiores a 10% para todas as avaliações.

As concentrações séricas de Beta-Hidroxibutirato foram determinadas por método colorimétrico utilizando kit Ranbut (Randox, Crumlin, Inglaterra) em espectrofotômetro FEMTO 700 Plus (Femto Ind. e Com.. de Instrumentos Ltda., São Paulo, Brasil) (Velazquez et al., 2005). O limite de detecção do ensaio foi de 1,04 mg dl⁻¹, e o coeficiente de variação intra-ensaio foi de 5%.

As análises para determinação das concentrações séricas de IGF-I e Insulina foram realizadas tal como especificado pelos fabricantes dos kits. Foram realizados ensaios imunoenzimáticos (ELISA) utilizando kits comerciais Bovine Insulin Like Growth Factor 1 (IGF1) e Bovine Insulin INS ELISA Kit (USCN Life Science[®], Houston, EUA) (LEE et al., 2005). Os coeficientes de variação intra-ensaio foram de 6% e 4,0% para IGF-I e insulina, respectivamente.

3.5. Análises Estatísticas

Peso, escore de condição corporal e as concentrações séricas de albumina, glicose, ureia, beta-Hidroxibutirato, ácidos graxos não esterificados, IGF-I e insulina foram analisadas utilizando-se o procedimento MIXED do SAS (SAS, 2008; LITTELL et al., 1996). Foi utilizada aproximação de Kenward-Roger para o cálculo dos graus de liberdade. Se significativos, os efeitos foram analisados utilizando-se o procedimento LSMEANS com a opção PDIFF (SAS, 2008). O modelo estatístico utilizado para representar uma observação foi:

$$Y_{ijkm} = m + G_i + S_j + Op_k + RT_m + (G*S)_{ij} + e_{ijkm}$$

Em que: Y_{ijkm} = uma variável; m = média geral; G_i = efeito da composição racial da vaca; S_j = efeito da semana de coleta; Op_k = efeito ordem do parto; RT_m = efeito raça do touro; $(G*S)_{ij}$ = interação entre composição racial da vaca e semana de coleta; e_{ijkm} = erro experimental.

Para avaliar o efeito da perda de condição corporal (ECC) pós-parto sobre as variáveis metabólicas estudadas, as vacas foram classificadas como as que mantiveram ECC (Grupo 1), ou as que perderam ECC (Grupo 2) entre o parto e 6 semanas após o parto (dia 42), e os dados foram analisados utilizando PROC MIXED, tal como descrito para o modelo inicial, exceto que grupo de ECC foi incluído. Para avaliar o efeito da condição corporal ao parto sobre as variáveis metabólicas estudadas, as vacas foram classificadas como ECC adequado (isto é, $\geq 3,5$) ao parto (Grupo A) ou ECC inadequado (isto é, ≤ 3) ao parto (Grupo B) e os dados analisados pelo PROC MIXED tal como descrito anteriormente para perda de condição corporal.

Nas análises referentes à produção de leite, inicialmente, foram ajustadas curvas individuais de lactação para as vacas das quatro composições raciais, por meio do modelo proposto por Jenkins e Ferrell (1984), utilizando o procedimento NLIN do SAS (2008):

$$PL_{(s)} = \frac{S}{ae^{ks}}$$

Em que $PL_{(s)}$ = produção de leite em 24 horas na semana S do pós-parto; a = parâmetro de escala da curva; k = parâmetro da forma da curva, que indica persistência de lactação; S = tempo de lactação em semanas.

As estimativas dos parâmetros a e k foram utilizadas, conforme Jenkins e Ferrell (1984), para calcular três valores descritivos característicos da curva de lactação:

$$SP = \left(\frac{1}{k}\right);$$

$$PP = \left(\frac{1}{ake}\right);$$

$$PT210 = \frac{-7}{ak} * (Se^{-kS} + \frac{1}{ke^{-kS}} - \frac{1}{k}),$$

Em que: SP = semana do pico de lactação; PP = produção no momento do pico de lactação; PT210 = produção total em 210 dias de lactação.

A persistência de lactação (PERS) foi definida como o decréscimo linear diário na produção de leite entre as épocas do pico de lactação (PP) e da desmama (JENKINS et al., 2000):

$$PERS = \frac{(PP - PF)}{D} * 1000,$$

Onde, PP = produção no momento do pico de lactação; PF = produção no último dia de lactação e D = número de dias entre o pico de lactação e o final da lactação.

Os parâmetros a e k, bem como as demais variáveis derivadas da curva de lactação de cada vaca, e os dados de eficiência produtiva e reprodutiva das vacas, as características IP, FR, P205, PVD e EI, foram considerados variáveis dependentes, sendo analisadas por delineamento completamente casualizado utilizando-se o PROC GLM do SAS (SAS, 2008). O modelo estatístico utilizado para representar uma observação foi:

$$Y_{ijkmn} = m + G_i + S_j + M_k + OP_m + RT_n + e_{ijkmn}$$

Em que: Y_{ijkmn} = variável resposta; m = média geral; G_i = efeito da composição racial da vaca; S_j = efeito sexo do bezerro (M,F); OP_m = efeito ordem do parto; RT_n = efeito raça do touro; e_{ijkmn} = erro experimental.

Para a comparação de médias, foi utilizado o teste de Tukey, em nível de significância de 0,05.

Correlações parciais entre as características de metabolismo, produção leiteira e eficiência reprodutiva, ou seja, correlações entre as medidas livres dos efeitos no modelo (composição racial, ordem de parto, sexo do bezerro, etc.), foram obtidas por meio de análise de variância multivariada (MANOVA), utilizando o Procedimento GLM (SAS, 2008).

4. Resultados e Discussão

4.1. Características do período de transição de acordo com a composição racial e o período das coletas.

As médias e desvios padrão encontrados para as características de peso e escore de condição corporal (ECC); para os hormônios IGF-I e Insulina (INS); e para os metabólitos Glicose (GLI), Ácidos graxos não-esterificados (AGNE), Beta-Hidróxibutirato (BHB), Ureia (URE) e Albumina (ALB) de acordo com a composição racial e os dias de coleta estão demonstrados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Médias e desvio padrão encontrados para as características Peso, Escore de condição corporal (ECC), IGF-I, Insulina (INS), Glicose (GLI), Ácidos graxos não-esterificados (AGNE), Beta-Hidróxibutirato (BHB), Ureia (URE) e Albumina (ALB) de acordo com a composição racial.

Característica/N	Composição Racial						
	ANAN	ANCR	ANHH	ANNE	HHHH	NEAN	NENE
	7	9	9	9	7	8	8
Peso (Kg)	462 (20)	488 (16)	518 (19)	499 (16)	493 (22)	487 (21)	423 (21)
ECC (1 a 5)	3,07 (0,09)	3,22 (0,08)	3,26 (0,09)	3,44 (0,08)	3,03 (0,11)	3,25 (0,10)	3,19 (0,10)
IGF-I (ng/mL)	56,41 (10,1)	72,04 (10)	60,52 (9,5)	100,64 (9,1)	62,56 (10,9)	100,85 (10,2)	80,17 (10,1)
INS (uIU/mL)	2,93 (0,89)	4,37 (0,87)	4,18 (0,83)	3,13 (0,81)	4,19 (0,96)	4,39 (0,90)	3,28 (0,90)
GLI (mg/dL)	83,68 (3,62)	76,91 (3,57)	74,99 (3,34)	98,84 (3,30)	75,47 (3,92)	91,33 (3,66)	104,47 (3,66)
AGNE(mmol/L)	0,75 (0,08)	0,70 (0,08)	0,66 (0,07)	0,76 (0,07)	0,66 (0,09)	0,85 (0,08)	0,93 (0,08)
BHB (mmol/L)	0,77 (0,09)	0,81 (0,09)	0,95 (0,09)	0,72 (0,08)	0,87 (0,10)	0,75 (0,09)	0,74 (0,10)
URE (mmol/L)	33,57 (1,73)	32,73 (1,72)	34,96 (1,61)	34,49 (1,58)	35,64 (1,87)	38,55 (1,75)	44,03 (1,76)
ALB (g/dL)	3,03 (0,06)	3,23 (0,06)	3,10 (0,05)	3,34 (0,05)	3,29 (0,06)	3,33 (0,06)	3,28 (0,06)

Tabela 2. Médias e desvio padrão encontrados para as características Peso, Escore de condição corporal (ECC), IGF-I, Insulina (INS), Glicose (GLI), Ácidos graxos não-esterificados (AGNE), Beta-Hidróxibutirato (BHB), Ureia (URE) e Albumina (ALB) de acordo com o dia de coleta.

Característica	Coletas							
	-30	0	7	14	21	28	35	42
Peso (Kg)	495 (12)	481 (12)	482 (12)	481 (12)	480 (12)	479 (12)	478 (12)	472 (12)
ECC (1 a 5)	3,33 (0,07)	3,33 (0,07)	3,18 (0,07)	3,19 (0,07)	3,19 (0,07)	3,19 (0,07)	3,14 (0,07)	3,11 (0,07)
IGF-I (ng/mL)		73,14 (7,9)		66,35 (8,0)		72,55 (7,9)		92,62 (7,9)
INS (uIU/mL)		3,23 (0,69)		2,84 (0,69)		5,84 (0,69)		3,22 (0,69)
GLI (mg/dL)	84,5 (3,2)	102 (3,2)	93,5 (3,2)	89,6 (3,2)	88,1 (3,2)	79,9 (3,2)	74,2 (3,2)	80,2 (3,2)
AGNE(mmol/L)	0,57 (0,06)	0,75 (0,06)	1,14 (0,06)	0,78 (0,06)	0,77 (0,06)	0,77 (0,06)	0,69 (0,06)	0,59 (0,06)
BHB (mmol/L)	0,75 (0,09)	0,70 (0,09)	0,90 (0,10)	0,84 (0,10)	1,24 (0,10)	0,74 (0,09)	0,62 (0,10)	0,60 (0,09)
URE (mmol/L)	52,42 (1,83)	46,0 (1,84)	30,55 (1,85)	30,70 (1,85)	31,3 (1,86)	32,5 (1,83)	28,43 (1,84)	37,27 (1,83)
ALB (mmol/L)	3,21 (0,05)	3,21 (0,05)	3,05 (0,05)	3,21 (0,05)	3,28 (0,05)	3,27 (0,05)	3,36 (0,05)	3,24 (0,05)

4.1.1. Peso corporal

O peso das vacas no período de transição foi influenciado pelo genótipo e semana de coleta ($P < 0,05$), porém não foi influenciado pela ordem de parto e não houve influência da interação entre genótipo e semana de coleta. Médias de peso foram superiores ($P < 0,05$) em vacas ANHH (518 ± 19 kg), ANNE (499 ± 16 kg), HHHH (493 ± 22 kg), ANCR (488 ± 16 kg) e NEAN (487 ± 21 kg) do que em vacas NENE (423 ± 21 Kg). Apenas vacas ANAN (462 ± 20 Kg) não tiveram pesos significativamente superiores as NENE, tampouco foram inferiores aos demais genótipos (Tabela 1). A diferença de pesos entre os genótipos está naturalmente associada aos diferentes biótipos e linhagens das

raças utilizadas (CUNDIFF et al., 1998).

Com relação à semana de coleta, as médias de peso na pesagem pré-parto foram superiores (495 ± 12) ($P < 0,05$) a todas as demais, o que era esperado, em função do peso do terneiro e envoltórios fetais (Figura 1). Além disso, as médias foram decrescendo ao longo das semanas, encontrando-se diferença significativa ($P < 0,05$) entre a pesagem da 1ª semana (dia 7) e a pesagem da 6ª semana pós-parto (Figura 1), como consequência da mobilização de reservas corporais, predominantemente gordura, mas também músculo, característica deste período, para suprir as demandas energéticas da lactação (BAUMAN; CURRIE, 1980).

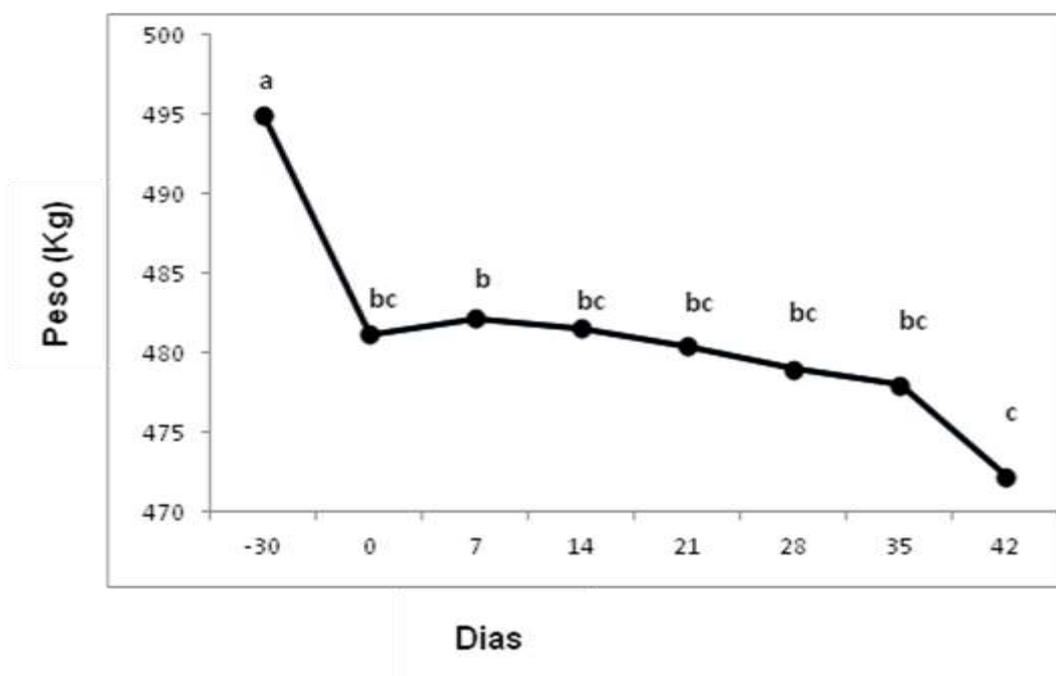


Figura 1. Médias de peso no período de transição de vacas de acordo com as semanas de coleta.

Letras diferentes nos marcadores indicam médias diferentes ($P < 0,05$)

4.1.2. Escore de condição corporal

O escore de condição corporal (ECC) das vacas foi influenciado pelo genótipo e semana de coleta ($P < 0,05$), porém não foi influenciado pela ordem de parto ($P > 0,05$). Houve influência da interação entre genótipo e semana de coleta ($P < 0,05$) (Figura 2).

Houve perda significativa de ECC das avaliações do pré-parto e dia do parto em relação a 1ª avaliação pós-parto (dia 7) nos genótipos ANAN, HHHH, NENE, ANNE e ANCR (Figura 2). Tais resultados, assim como para a variável peso, apontam a rápida mobilização de reservas corporais no pós-parto recente em função da condição metabólica característica deste período, com típico balanço energético negativo e consequente mobilização das reservas lipídicas corporais (BAUMAN; CURRIE, 1980).

Do pré-parto até a 3ª semana pós-parto (dia 21) os diferentes genótipos apresentaram médias similares de escore de condição corporal, demonstrando linhas de perda de escore semelhantes. No entanto, a partir da 4ª semana pós-parto (Dia 28), vacas ANNE demonstraram rápido reestabelecimento do escore de condição corporal, atingindo níveis semelhantes aos das avaliações pré-parto e ao parto. Neste momento houve diferenças significativas ($P < 0,05$) das vacas ANNE, em relação aos genótipos puros, ANAN no dia 28, ANAN e HHHH no dia 35 e NENE no dia 42 (Figura 2).

Outra observação aponta a relativa estabilidade do ECC das vacas ANCR e ANHH, assim como das vacas NEAN, que não apresentaram quedas acentuadas de escore ao longo do período experimental. Em contrapartida, vacas puras de todos os genótipos, ANAN, HHHH e NENE, apresentaram quedas acentuadas do ECC no pós-parto recente, culminando com ECC significativamente inferior as vacas ANNE nas últimas coletas do período experimental. Tais resultados apontam os benefícios da heterose, uma vez que os genótipos cruzados apresentaram maior vigor, com melhor ECC desde o pré-parto e ao longo do período de transição (GREGORY et al., 1999). Nos cruzamentos *Bos indicus* x *Bos taurus*, pela maior distância genética entre subespécies, espera-se maior heterose, comparativamente aos cruzamentos *Bos taurus* x *Bos taurus* (ROSO; FRIES, 2000). Apesar de serem numericamente superiores, os ECCs dos cruzamentos *Bos indicus* x *Bos*

taurus não foram significativamente melhores em comparação com os cruzamentos *Bos taurus* x *Bos taurus* no presente estudo, o que pode ser atribuído, ao menos parcialmente, ao baixo número de vacas por genótipo.

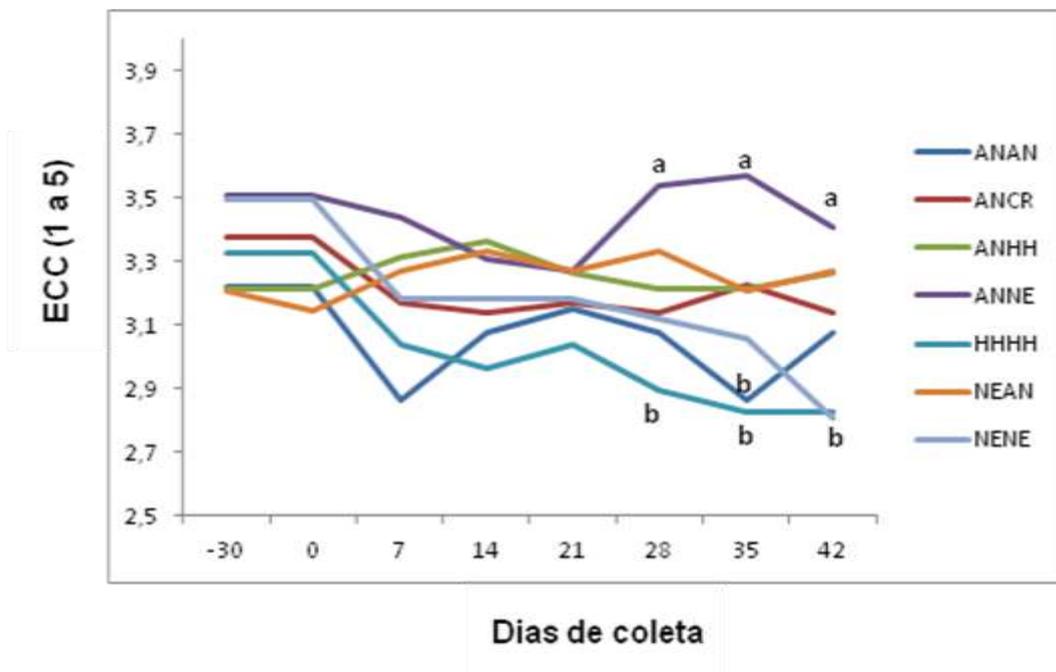


Figura 2. Médias de escore de condição corporal de vacas no período de transição de acordo com o genótipo e as semanas de coletas.

Letras diferentes nos marcadores indicam médias diferentes ($P < 0,05$).

4.1.3. Concentrações séricas de IGF-I

As concentrações séricas de IGF-I das vacas foram influenciadas pelo genótipo e semana de coleta ($P < 0,05$), porém não foram influenciadas pela ordem de parto e não houve interação entre genótipo e semanas de coleta ($P > 0,05$). Vacas ANNE (101 ± 9 ng/ml) e NEAN (101 ± 10 ng/ml) apresentaram concentrações séricas superiores ($P < 0,05$) às vacas HHHH (63 ± 11 ng/ml), ANHH (60 ± 10 ng/ml) e ANAN (56 ± 10 ng/ml). Vacas NENE (80 ± 10 ng/ml) e ANCR (72 ± 10 ng/ml) apresentaram concentrações intermediárias (Figura 3).

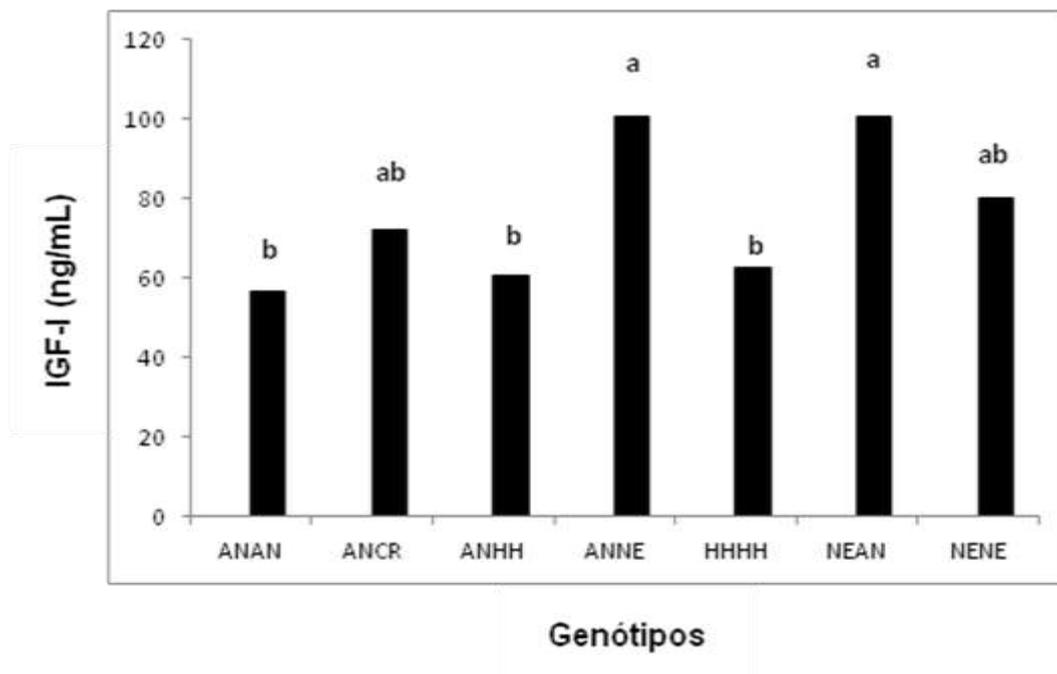


Figura 3. Médias das concentrações séricas de IGF-I no período de transição de vacas de acordo com a composição racial.

Letras diferentes no topo das colunas indicam médias diferentes ($P < 0,05$).

Os resultados do presente estudo mostram um expressivo efeito do genótipo sobre as concentrações séricas de IGF-I, com as vacas ANNE e NEAN (*Bos taurus x Bos indicus*) apresentando concentrações maiores do hormônio que as vacas *Bos taurus* de origem britânica ANAN e HHHH, e seu cruzamento (ANHH). Vacas ANCR e NENE apresentaram concentrações intermediárias, não diferindo dos demais genótipos. Estes resultados estão de acordo com os achados de Roberts et al. (2005) e Schneider et al. (2011), que encontraram maiores concentrações séricas de IGF-I em vacas *Bos taurus x Bos Indicus* (Angus x Nelore), quando comparadas a taurinas britânicas puras (Angus), e concordando em parte com Spicer et al. (2002), de achados semelhantes, que no entanto, também encontraram maiores concentrações de IGF-I em vacas Brahman comparadas a cruzadas (Brahman x Angus), e de superioridade ainda mais expressiva, comparadas a vacas Angus. Da mesma forma, Simpson et al., (1994, 1997) e Alvarez et al., (2000), encontraram maiores concentrações séricas de IGF-I em vacas Brahman, quando comparadas a vacas Angus. Com relação aos valores intermediários encontrados em vacas ANCR, os resultados encontram respaldo em Alvarez et

al., (2000), que encontraram maiores concentrações séricas de IGF-I em vacas Senepol quando comparadas a vacas Angus, e menores, quando comparadas a vacas Brahman, indicando a possibilidade de que vacas taurinas adaptadas aos trópicos apresentem concentrações de IGF-I superiores a vacas taurinas britânicas, porém menores que as de vacas zebuínas.

O diferente padrão encontrado no presente estudo, de maiores níveis séricos de IGF-I em vacas ANNE e NEAN que vacas NENE, pode ter sido influenciado pelo escore de condição corporal das vacas NENE. Menores escores de condição corporal estão relacionados a baixas concentrações de IGF-I sérico, o que está associado à intensidade do balanço energético negativo (SPICER et al., 1993). Vacas ANNE e NEAN perderam menos escore no pós-parto, ao contrário, vacas NENE que mostraram severas perdas, o que pode ter influenciado negativamente as concentrações de IGF-I, fazendo com que as vacas nelore apresentassem níveis séricos similares às vacas taurinas. Da mesma forma, a predisposição genética associada a uma maior atividade do eixo somatotrópico (SPICER et al., 2002), de maiores níveis de IGF-I em vacas cruza *Bos taurus* x *Bos indicus*, quando comparadas a taurinas, soma-se ao efeito do ECC, uma vez que houve diferenças significativas no ECC entre vacas ANNE e vacas ANAN e HHHH (Figura 2).

Com relação à semana de coleta, houve diferença significativa entre a coleta da 2ª semana (dia 14) e a coleta da 6ª semana (dia 42). As concentrações séricas de IGF-I no dia 42 ($P < 0,10$) tenderam a superioridade, em relação aos dias zero (parto) e 28 (Figura 4). Estes resultados estão associados aos reflexos metabólicos sobre o eixo somatotrópico no pós-parto recente e o balanço energético negativo deste período, com consequente queda na produção hepática de IGF-I (BAUMAN; CURRIE, 1980; BUTLER et al., 2003; JONES; CLEMMONS, 1995). A elevação gradativa dos níveis ao passar das semanas está associada com o aumento da ingestão de alimentos e consequente melhora no balanço energético (SPICER et al., 1990; ZUREK et al., 1995). Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Spicer et al., (2002), que observaram concentrações séricas de IGF-I foram semelhantes ao longo do pós-parto em vacas Charolês, Angus e Angus x Charolês, mas aumentaram entre a 2ª e a 7ª semanas pós-parto em vacas Brahman, Brahman x Charolês e Angus x Brahman.

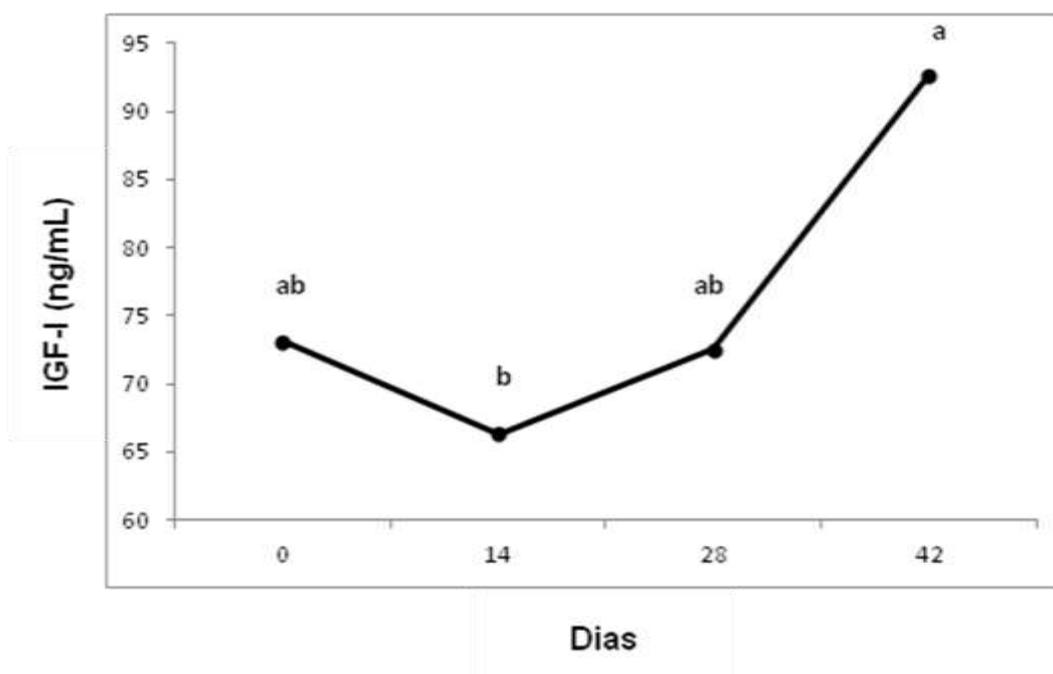


Figura 4. Médias das concentrações séricas de IGF-I de vacas no período de transição de acordo com a semana de coleta.

Letras diferentes nos marcadores indicam médias diferentes ($P < 0,05$).

4.1.4. Efeito do ECC ao parto e da perda de ECC no pós-parto sobre metabólitos e hormônios

Apenas as concentrações séricas de IGF-I foram influenciadas pelo ECC ao parto ($P < 0,05$). Vacas com adequado escore de condição corporal ao parto apresentaram níveis séricos de IGF-I (84 ± 6 ng/ml) maiores do que vacas com ECC insuficiente (73 ± 6 ng/ml). Já a perda de ECC no período pós-parto, somente influenciou ($P < 0,05$) nas concentrações séricas de IGF-I, os demais hormônios e metabólitos não foram diferentes entre as categorias. Vacas que mantiveram escore de condição corporal apresentaram níveis séricos de IGF-I (85 ± 6 ng/ml) maiores ($P < 0,05$) do que vacas que perderam escore de condição corporal (71 ± 6 ng/ml).

Da mesma forma, como discutido anteriormente, o ECC pode influenciar as concentrações séricas de IGF-I (SPICER et al., 1993). Resultados semelhantes foram relatados em vacas Hereford (RICHARDS et al., 1995) e Hereford x Angus no pós-parto (RUTTER et al., 1989; SPICER et al., 1993; BISHOP et al., 1994). Níveis de IGF-I em bovinos são influenciados por

diversos fatores, e no caso de vacas lactantes, principalmente o balanço energético (SPICER et al, 1990; 1993), consumo de matéria-seca (BISHOP et al, 1989;. BOSSIS et al, 1999) e composição da dieta (HOUSEKNECHT et al., 1988).

4.1.5. Concentrações séricas de Insulina

As concentrações séricas de Insulina das vacas foram influenciadas pela semana de coleta ($P < 0,05$), porém não foram influenciadas pela ordem de parto e genótipo ($P > 0,05$). Houve influência da interação entre genótipo e semana de coleta. Com relação à semana de coleta, houve incremento significativo ($P < 0,05$) nas concentrações de insulina na 6ª semana de coleta (dia 28) nos genótipos ANHH, ANCR, ANNE e HHHH. Ainda com relação à 6ª semana de coleta, neste momento, houve diferenças significativas ($P < 0,05$) nos níveis de insulina entre as vacas ANHH e as vacas ANAN e NENE (Figura 5).

Divergindo de outros estudos (SCHAMS et al., 1991; ALVAREZ et al., 2000), as concentrações de insulina não acompanharam as diferenças nas concentrações de IGF-I entre os diferentes genótipos. Com relação ao comportamento dos níveis de insulina ao longo das coletas, verificou-se que a coleta do dia 28, pode ser um ponto de reestabelecimento dos níveis pré-parto, em função de uma melhora na ingestão de alimentos e balanço energético neste momento (SPICER et al., 1990; ZUREK et al., 1995). Observou-se que praticamente todos os genótipos, com exceção das vacas NENE, mostraram elevação nos níveis do hormônio ao dia 28. O diferente padrão das zebuínas pode estar relacionado à maior intensidade do balanço energético negativo, demonstrado pela queda significativa do ECC dessas vacas, ou seja, mobilização de reservas lipídicas corporais, o que pode ter resultado em redução de consumo, com reflexos nas concentrações de insulina.

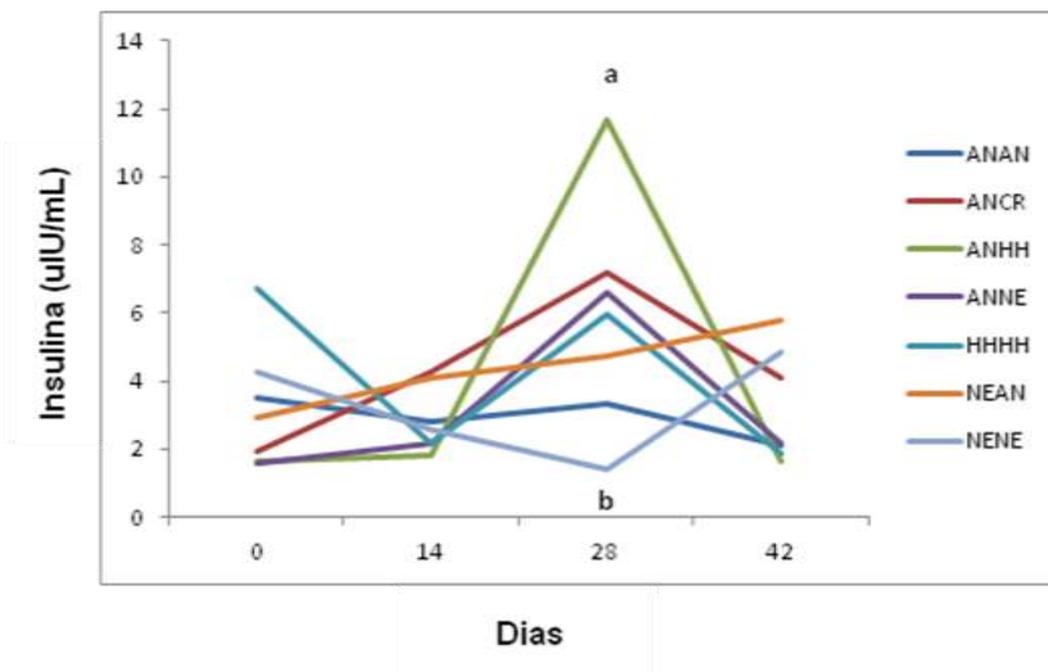


Figura 5. Médias das concentrações de insulina de vacas no período de transição de acordo com o genótipo e as semanas de coleta.

Letras diferentes próximas aos pontos das linhas indicam médias diferentes ($P < 0,05$).

4.1.6. Concentrações plasmáticas de glicose

As concentrações plasmáticas de glicose foram influenciadas pelo genótipo e semana de coleta ($P < 0,05$), porém não foram influenciadas pela ordem de parto ($P > 0,05$). Houve interação entre genótipo e semana de coleta. Com relação à semana de coleta, houve um pico nos níveis do metabólito no dia do parto nos genótipos ANNE, NENE e ANHH, com decréscimo na sequência do período de avaliação. O pico de glicose no dia do parto pode estar relacionado ao aumento dos níveis sanguíneos de corticoides nesta fase. O cortisol aumenta a gliconeogênese hepática o que pode ser o fator responsável pelo aumento nos níveis de glicose sanguínea no dia do parto (GRUMMER, 1995).

Vacas NENE e ANNE demonstraram níveis de glicose superiores ($P < 0,05$) aos de vacas ANHH, ANCR e HHHH em diversas coletas ao longo do período de avaliação (Figura 6). Os resultados encontrados na literatura em estudos semelhantes são bastante variáveis e, em alguns casos divergentes.

Simpson et al., (1997), estudando vacas Angus e Brahman não encontraram diferenças na concentração do metabólito, enquanto Alvarez et al., (2000) encontraram níveis plasmáticos superiores em vacas Senepol ($76,7 \pm 0,6$ mg/dL), quando comparadas a vacas Angus ($68,8 \pm 0,6$ mg/dL) e Brahman ($74,5 \pm 0,6$ mg/dL). Achados semelhantes aos do presente estudo, foram encontrados no trabalho de Sales (2011), onde vacas Gir, ou seja, zebuínas, apresentaram concentrações plasmáticas de glicose superiores quando comparadas a vacas da raça Holandês, taurinas.

Em vacas de corte, há grande variação na concentração de glicose, e as diferenças das concentrações entre zebuínas e taurinas encontradas neste estudo podem estar relacionadas à menor taxa metabólica basal dos zebus, com consequências na manutenção da glicemia das vacas (BLACKSHAW; BLACKSHAW,1994). Por outro lado, estes resultados podem estar relacionados ao temperamento mais reativo de vacas zebuínas, e o manejo no momento da coleta de sangue ter provocado mais estresse nestas vacas, e consequente elevação da glicose circulante (WEEKES, 1991).

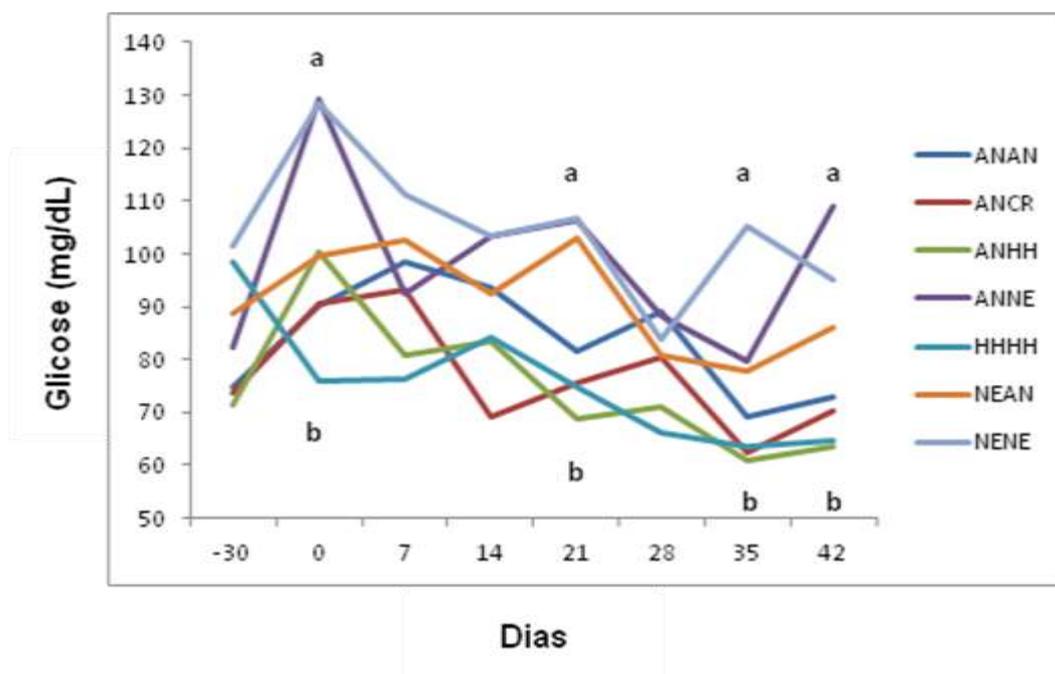


Figura 6. Médias das concentrações de glicose de vacas no período de transição de e acordo com o genótipo e as semanas de coleta.

Letras diferentes próximas aos pontos das linhas indicam médias diferentes ($P < 0,05$).

4.1.7. Concentrações séricas de Ácidos graxos não-esterificados (AGNE)

As concentrações séricas de AGNE das vacas foram influenciadas pela semana de coleta ($P < 0,05$), porém não foram influenciadas pela ordem de parto e genótipo ($P > 0,05$). Houve interação entre genótipo e semana de coleta. Com relação à semana de coleta, houve incremento significativo ($P < 0,05$) nas concentrações de AGNE na 3ª coleta (dia 7), e diminuição significativa na coleta posterior (dia 14), nas vacas dos genótipos ANNE, NEAN, NENE, ANAN, ANCR e HHHH.

Os resultados encontrados ilustram o período de mobilização de reservas corporais típico do início do pós-parto, na tentativa de atender às demandas energéticas do início da lactação (BELL, 1995; BUTLER et al., 2003; DOUGLAS et al., 2006; WATHES et al., 2007). Devido ao aumento da lipólise neste período há um aumento nos níveis de AGNE, a qual reflete na redução do escore de condição corporal (DOUGLAS et al., 2006). Observou-se no presente estudo o alinhamento de altos níveis de AGNE, com quedas no ECC e baixos níveis de IGF-I e insulina (dia 14) no pós-parto recente, características metabólicas associadas ao período de transição. Vacas NEAN e NENE apresentaram novo aumento dos níveis de AGNE no dia 28, alcançando diferenças significativas ($P < 0,05$) em relação às vacas ANCR (Figura 7).

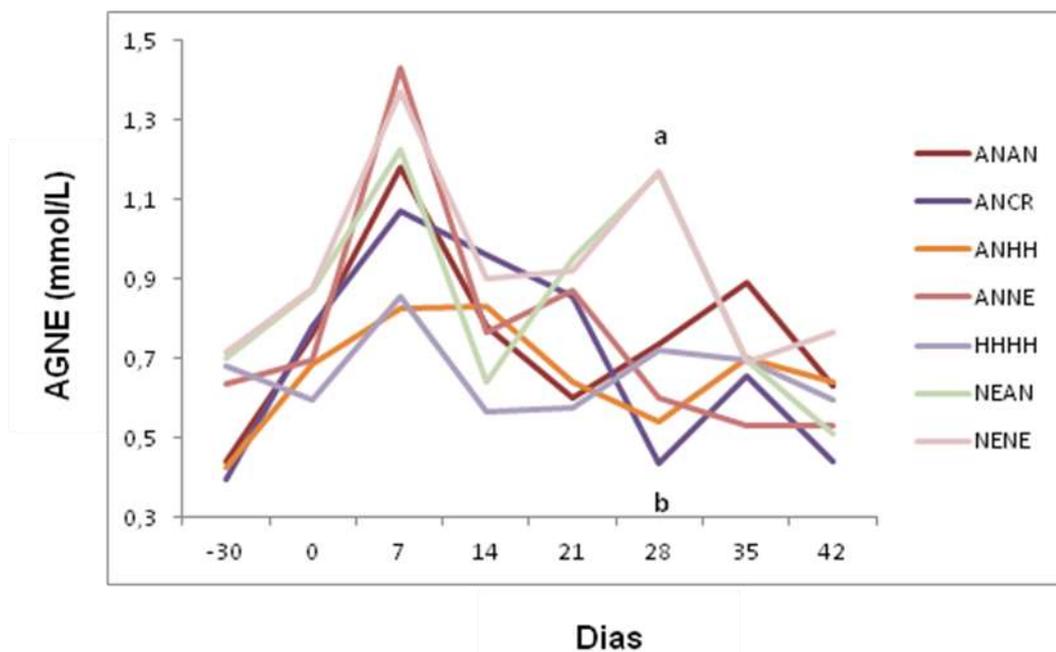


Figura 7. Médias das concentrações de AGNE de vacas no período de transição de acordo com o genótipo e as semanas de coleta.

Letras diferentes próximas aos pontos das linhas indicam médias diferentes ($P < 0,05$).

4.1.8. Concentrações séricas de Beta-Hidróxibutirato (BHB)

As concentrações séricas de BHB das vacas foram influenciadas pela semana de coleta ($P < 0,05$), porém não foram influenciadas pela ordem de parto e genótipo ($P > 0,05$). Houve interação entre genótipo e semana de coleta. Houve incremento significativo ($P < 0,05$) nas concentrações de BHB na 5ª coleta (dia 21), com diminuição significativa na coleta posterior, nas vacas dos genótipos ANCR, ANHH e HHHH. Vacas ANNE e NEAN apresentaram picos de elevação dos níveis de BHB antes dos demais genótipos, nos dias 7 e 14, respectivamente (Figura 8). Vacas NENE não apresentaram elevação dos níveis como os demais genótipos, apresentando pico tardio no dia 42, com níveis significativamente inferiores ($P < 0,05$) as vacas ANHH e HHHH na coleta do dia 21 (Figura 8). Os resultados encontrados corroboram com os altos níveis séricos de AGNE no dia 7 e baixos níveis séricos de IGF-I e insulina no dia 14. Os picos de BHB estão associados à prévia elevação das concentrações de AGNE (dia 7). A grande mobilização das reservas corporais de tecido adiposo condiciona a oxidação de AGNE no fígado (CHILLIARD; BOCQUIER;

DOREAU, 1998). No entanto, quando a produção de AGNE supera a capacidade hepática de oxidá-lo completamente para a obtenção de ATP, ocorre à oxidação incompleta e formação de corpos cetônicos, uma alternativa metabólica para “exportar” o excesso de AGNE para outros tecidos sob a forma de um composto químico hidrossolúvel, ou seja, não necessita de um transportador, como no caso do triglicérideo, por exemplo. O principal corpo cetônico sob o ponto de vista clínico em ruminantes é o Beta-Hidróxibutirato (SMITH et al., 1997).

Esperava-se que vacas NENE apresentassem elevados níveis de BHB, com picos entre os dias 14 e 35, pois as vacas deste genótipo apresentaram severa perda de ECC ao longo do período de avaliação. No entanto, isto não aconteceu, e a elevação nos níveis de BHB se deu na coleta do dia 42.

O padrão inesperado pode estar associado a diferenças na produção hepática do metabólito nas vacas deste genótipo, ou ainda, diferenças no aproveitamento do mesmo como substrato energético, devido ao balanço energético negativo mais intenso (CHILLIARD; BOCQUIER; DOREAU, 1998; SMITH et al., 1997). Esta condição merece investigações adicionais.

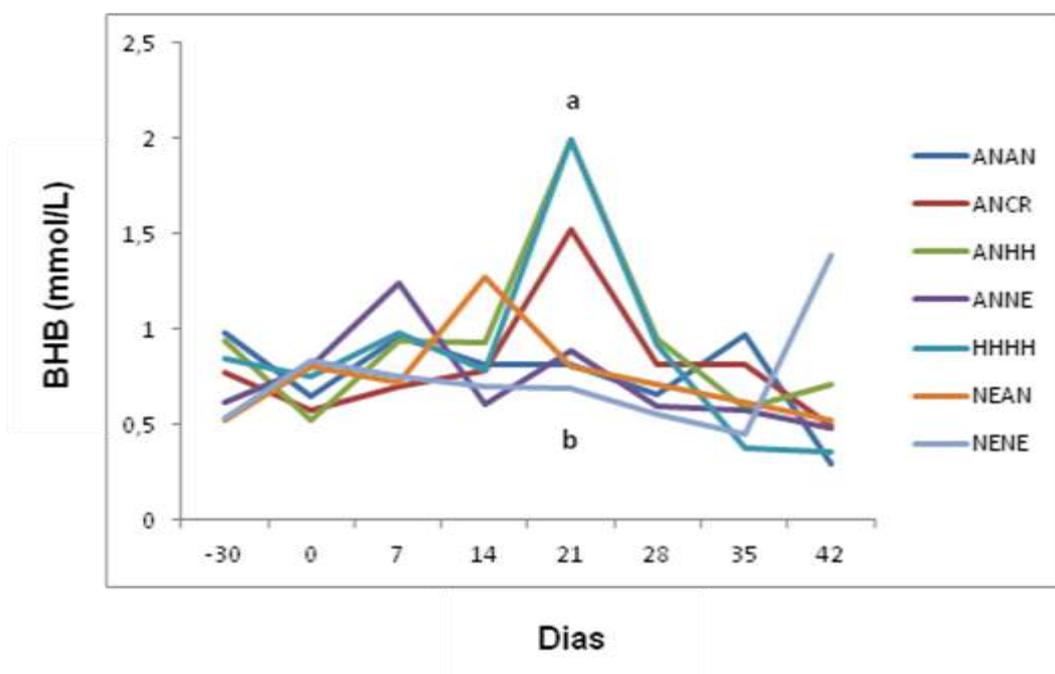


Figura 8. Médias das concentrações de BHB de vacas no período de transição de acordo com o genótipo e as semanas de coleta.

Letras diferentes próximas aos pontos das linhas indicam médias diferentes ($P < 0,05$).

4.1.9. Concentrações séricas de ureia

As concentrações séricas de ureia foram influenciadas pelo genótipo e semana de coleta ($P < 0,05$), porém não foram influenciadas pela ordem de parto ($P > 0,05$). Houve interação entre genótipo e semana de coleta ($P < 0,05$).

Com relação à semana de coleta, houve redução significativa ($P < 0,05$) nas concentrações de ureia das coletas pré-parto (dia -30) com relação ao dia 7 em todos os genótipos estudados. A redução dos níveis séricos de ureia no pós-parto recente em vacas está associada às condições metabólicas do BEN típico deste momento e parecem estar relacionadas ao desafio hepático deste período. Os valores de concentração sanguínea da ureia não são determinados unicamente pela velocidade de desintoxicação orgânica, mas também pela quantidade e velocidade de sua síntese hepática (CONTRERAS, 2000).

Vacas NEAN, diferente de todos os outros genótipos apresentaram pico de concentrações de ureia no dia 21, demonstrando diferenças significativas ($P < 0,05$) em relação às vacas ANAN e HHHH (Figura 9).

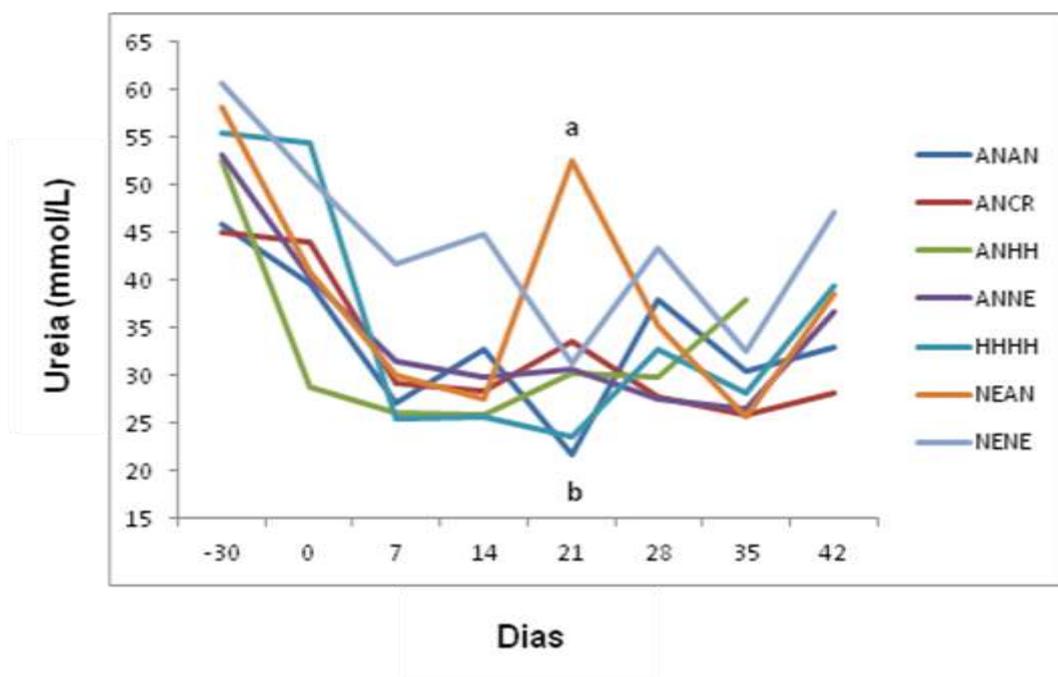


Figura 9. Médias das concentrações de ureia de vacas no período de transição de acordo com o genótipo e as semanas de coleta.

Letras diferentes próximas aos pontos das linhas indicam médias diferentes ($P < 0,05$).

4.1.10. Concentrações séricas de Albumina

As concentrações séricas de albumina foram influenciadas pelo genótipo e semana de coleta ($P < 0,05$), porém não foram influenciadas pela ordem de parto ($P > 0,05$). Houve interação entre genótipo e semana de coleta. São escassos os trabalhos que comparam os níveis séricos de albumina em vacas de corte de diferentes grupos genéticos. Restle et al., (2006) não encontraram efeito do grupo genético quando compararam as concentrações de albumina de vacas Nelore, Charolês e cruzas entre estas duas raças.

Com relação à semana de coleta, houve redução significativa ($P < 0,05$) das concentrações no dia sete, com reestabelecimento no dia 14, das vacas dos genótipos NENE, NEAN, HHHH e ANHH (Figura 10). A redução dos níveis do metabólito logo na coleta da 1ª semana discorda do preconizado por Payne & Payne (1987), que sugeriram que para detectar mudanças significativas na concentração sérica de albumina é necessário o período de um mês, devido à baixa velocidade de síntese e de degradação desta proteína em ruminantes. No entanto, Contreras (2000) citou que, após o parto, é fisiológica a diminuição da albumina sanguínea basicamente por dois fatores: em primeiro lugar, porque a demanda de aminoácidos para a síntese de proteína no leite reduz a síntese de outras proteínas e, por isso, a concentração de albumina diminui na medida em que a lactação inicia; e, em segundo lugar, porque ocorre uma redução da capacidade de síntese no fígado, devido ao acúmulo de gordura que este órgão sofre no início da lactação. No dia do parto, vacas NENE e HHHH apresentaram concentrações de albumina superiores ($P < 0,05$) as de vacas ANAN. No dia 35, vacas ANNE e NEAN apresentaram concentrações de albumina superiores ($P < 0,05$) as de vacas ANHH (Figura 10).

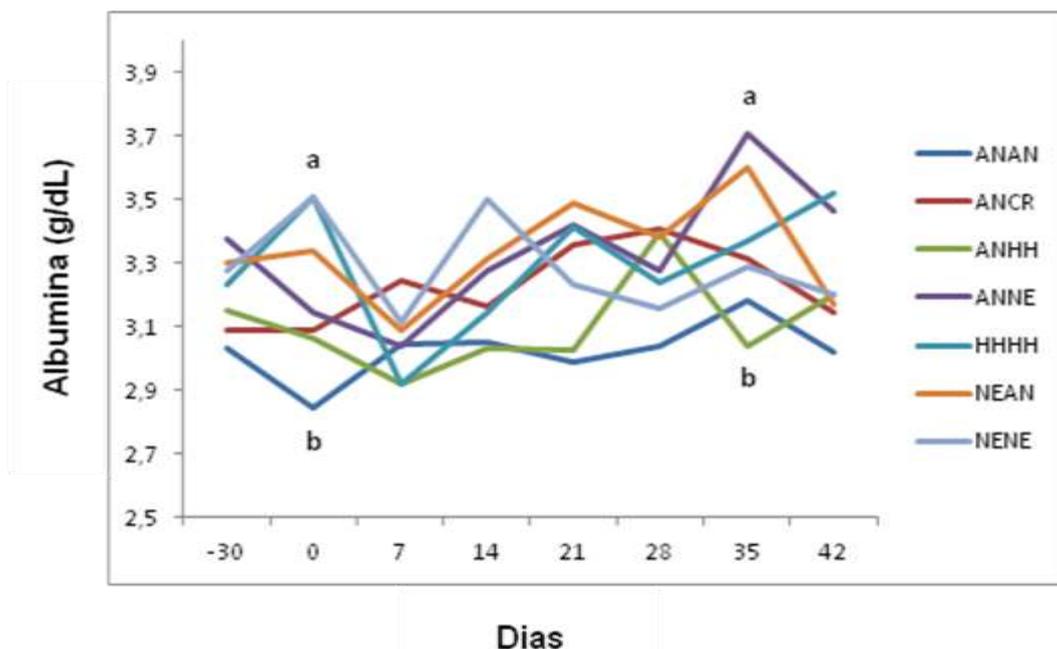


Figura 10. Médias das concentrações de albumina de vacas no período de transição de acordo com o genótipo e as semanas de coleta.

Letras diferentes próximas aos pontos das linhas indicam médias diferentes ($P < 0,05$).

4.2. Correlações entre metabólitos e hormônios

Não foram encontradas correlações parciais, ajustadas para período, para as concentrações de IGF-I, insulina, glicose, AGNE, BHB, ureia e albumina nas coletas dos dias -30 (pré-parto), 0, 7, 14, 21, 28 e 35. Como era esperado, peso e escore de condição corporal estiveram correlacionados ($P < 0,05$) em todas as coletas a partir e incluindo a do dia 7. As concentrações de IGF-I foram positivamente correlacionadas com as concentrações de albumina ($P < 0,01$), insulina ($P < 0,01$), e glicose ($P < 0,01$), com valores de 0,30, 0,42 e 0,40, respectivamente, na coleta do dia 42. Os níveis de insulina ainda estiveram correlacionados as concentrações de glicose e albumina nessa coleta, com valores de 0,56 e 0,29, respectivamente (Tabela 3).

A característica extremamente dinâmica de elevação e queda dos níveis sanguíneos do grupo de metabólitos e hormônios estudados pode ter sido responsável pela não detecção de correlações entre esses níveis dentro de cada período de coleta, até o dia 35. A correlação entre IGF-I, e insulina,

glicose e albumina verificada ao final do período de coletas (dia 42), compreende a redução da intensidade do balanço energético negativo do pós-parto recente, decorridas seis semanas do parto, com conseqüente reestabelecimento dos níveis de IGF-I. Podemos atribuir à mesma condição orgânica, de reestabelecimento dos padrões séricos pré-parto, as correlações entre insulina, e albumina e glicose (SPICER et al., 1993, 2002; ZUREK et al., 1995).

Tabela 2. Correlações parciais entre as características metabólicas Albumina (ALB), Glicose (GLI), Insulina (INS) e IGF-I na coleta do dia 42 pós-parto.

Características	GLI	INS	IGF-I
ALB	0,056	0,287	0,306
P	0,667	0,024	0,016
GLI		0,557	0,417
P		<0,001	<0,001
INS			0,397
P			<0,01

Abaixo da correlação é apresentado o valor de *P* correspondente.

4.3. Produção leiteira

Neste trabalho a produção de leite foi obtida através de ordenha mecânica (OM) individual dos animais (Figura 11). As curvas de lactação obtidas ressaltam as diferenças entre os genótipos avaliados.

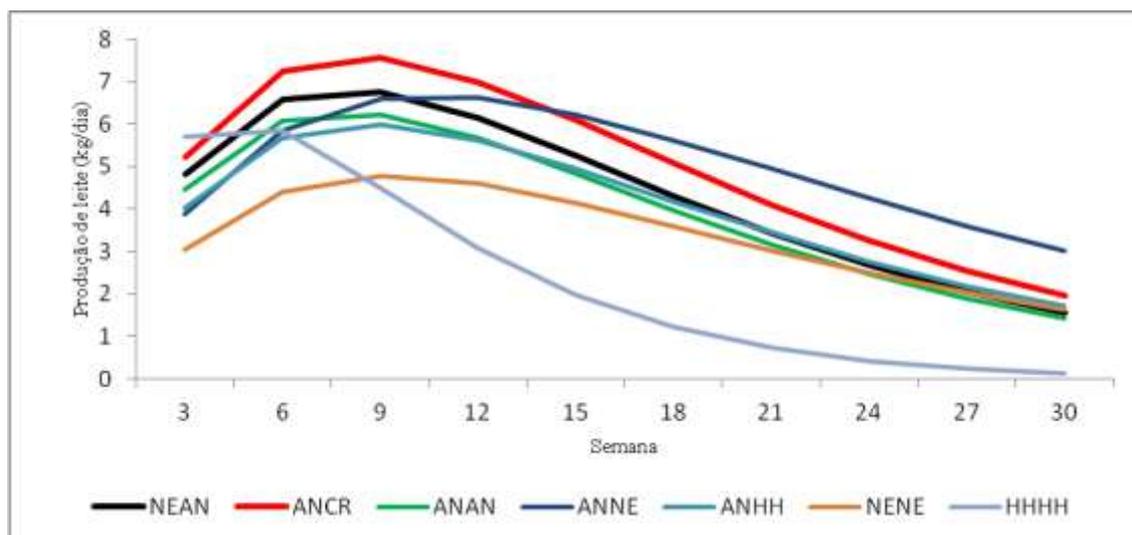


Figura 11. Curvas de lactação estimadas por ordenha mecânica (OM), de vacas Angus (ANAN), F1 Angus-Caracu (ANCR), F1 Angus-Hereford (ANHH) e F1 Angus-Nelore (ANNE), F1 Nelore-Angus (NEAN), Hereford (HHHH) e Nelore (NENE) ajustadas conforme modelo proposto por Jenkins e Ferrell (1984).

As médias encontradas para as variáveis relativas à produção leiteira receberam influência significativa ($P < 0,05$) do grupo genético (Tabela 4).

Tabela 4. Médias e erros padrão encontrados pelo método de ordenha mecânica (OM), para os parâmetros 'a' e 'k' da curva de lactação, produção no pico de lactação (PP), semana do pico de lactação (PS), produção total aos 210 dias de lactação (PT210) e persistência de lactação (PERS), de acordo com a composição racial.

	Composição Racial						
	ANAN	ANCR	ANHH	ANNE	HHHH	NEAN	NENE
OM							
A	0,46 (0,25)	0,40 (0,22)	0,53 (0,20)	0,58 (0,20)	0,2 (0,27)	0,43 (0,22)	0,71 ^a (0,24)
K	0,13 ^a (0,02)	0,12 ^a (0,02)	0,12 ^a (0,02)	0,09 ^a (0,02)	0,22 ^b (0,02)	0,13 ^a (0,02)	0,11 ^a (0,02)
PP _(Kg)	6,31 ^{ab} (0,93)	7,55 ^a (0,81)	6,15 ^{ab} (0,75)	6,63 ^{ab} (0,76)	5,65 ^{ab} (1,04)	6,72 ^{ab} (0,82)	4,89 ^b (0,91)
PS	7,64 ^{bc} (1,48)	8,00 ^{bc} (1,30)	8,13 ^{bc} (1,19)	12,1 ^a (1,20)	5,08 ^c (1,66)	10,1 ^b (1,31)	8,62 ^{bc} (1,45)
PT210 _(Kg)	843,56 ^{abc} (104,89)	1027,4 ^a (91,92)	818,02 ^{abc} (84,22)	981,08 ^{ab} (85,19)	552,05 ^c (117,22)	901,26 ^{abc} (92,62)	686,49 ^{bc} (102,66)
PERS _(g/dia)	-27,4 (7,75)	-32,0 (6,78)	-30,8 (6,21)	-16,4 (6,49)	-27,2 (8,64)	-16,3 (6,82)	-18,4 (7,57)

Letras diferentes na linha, dentro de fatores, indicam médias diferentes ($P < 0,05$).

Produções totais em 210 dias de lactação sofreram influência significativa ($P < 0,05$) do genótipo das vacas (Tabela 4), onde vacas ANCR produziram em média 400 kg a mais de leite, em 210 dias de lactação, que as vacas HHHH e NENE. Vários autores têm demonstrado a influência do grupo genético da vaca na produção de leite (REYNOLDS et al., 1978; DALEY et al., 1987; JENKINS & FERRELL, 1992). Assim como no presente estudo, Cerdótes et al. (2004), trabalhando com animais puros e oriundos de cruzamento entre raças taurinas e zebuínas verificaram maiores produções leiteiras nas vacas cruzadas, e Restle et al. (2003), medindo as produções de leite de vacas Nelore, Charolês e F1 das duas raças relataram valores de heterose de 31,7 e 65% para produções de leite aos 14 e 70 dias de lactação

Vacas NENE produziram menos leite no pico de lactação que os demais

genótipos (Tabela 4). Vacas ANNE demonstraram pico de lactação bem mais tardio que os demais genótipos estudados. Com exceção de vacas ANNE (12^a semana) e vacas HHHH (5^a semana), as curvas de lactação (Tabela 4) (Figura 11) apresentaram picos próximos e entre a oitava e décima semanas de lactação, conforme já descrito (NRC,1996), onde o pico de produção de leite em vacas de corte ocorre em média ao redor de 8,5 semanas de lactação.

Não houve diferença entre os diferentes genótipos na persistência da lactação, e as diferenças observadas ao pico de lactação não refletiram na persistência da lactação. Minick et al. (2001), trabalhando com animais mestiços, e Johnson et al. (2003) com animais Brangus, verificaram que vacas mais produtivas tenderam a apresentar maiores declínios na produção após atingirem o pico de produção, porém no presente estudo não houve diferença significativa entre os genótipos, possivelmente devido a grande variabilidade nas respostas observadas.

Através da análise das curvas de lactação estimadas (Figura 11; Tabela 4), percebe-se uma superioridade dos animais cruzados entre raças de diferentes origens (ANCR, ANNE e NEAN) em relação aos puros (ANAN, NENE e HHHH), ou ainda britânicas cruzadas (ANHH). Isto confirma o efeito positivo do cruzamento sobre a produção de leite verificado por outros autores (CUNDIFF et al., 1974; REYNOLDS et al., 1978) e também demonstra que o grau de heterose obtido nos cruzamentos depende não somente do nível de heterozigose materna e individual, mas também do distanciamento genético entre as raças envolvidas (ROSO; FRIES, 2000).

4.4. Eficiência Produtiva e Reprodutiva

O modelo proposto para análise das cinco características relacionadas ao desempenho produtivo e reprodutivo de vacas de corte evidenciou que o genótipo das vacas afetou significativamente ($P < 0,05$) ao menos uma destas características.

Tabela 5. Percentual de prenhes, médias e erros padrão estimados para intervalo de parto (IP), fertilidade real (FR), peso ajustado aos 205 dias (P205), peso da vaca ao desmame (PVD) e eficiência individual (EI) de acordo com a composição racial.

Característica	Composição Racial						
	ANAN (7)	ANCR (9)	ANHH (9)	ANNE (9)	HHHH (7)	NEAN (8)	NENE (8)
Prenhez (%)	29	67	44	89	71	63	13
IP _(dias)	399,0 ^{ab} (13,0)	388,7 ^{ab} (12,1)	390,0 ^{ab} (11,6)	376,3 ^a (10,8)	385,2 ^{ab} (14,7)	385,4 ^{ab} (12,0)	404,9 ^b (11,9)
FR _(Kg)	155,6 ^a (14,8)	175,9 ^a (13,8)	151,9 ^a (13,2)	160,1 ^a (12,3)	150,4 ^a (13,7)	170,5 ^a (17,6)	153,8 ^a (13,6)
P205 _(Kg)	194,8 ^a (19,2)	214,10 ^a (17,1)	182,9 ^a (17,0)	191,0 ^a (15,9)	182,9 ^a (21,6)	207,3 ^a (17,6)	205,0 ^a (17,5)
PVD _(Kg)	400,3 ^b (25,3)	435,5 ^{ab} (23,5)	465,4 ^a (22,5)	484,2 ^a (21,0)	445,6 ^{ab} (28,5)	459,4 ^a (23,2)	392,9 ^b (23,1)
EI _(%)	42,4 ^{ab} (3,9)	42,7 ^a (3,7)	34,9 ^{ab} (3,5)	34,2 ^b (3,3)	35,2 ^{ab} (4,4)	39,5 ^{ab} (3,6)	43,2 ^a (3,6)

Médias na *mesma linha* com *letras diferentes* diferem entre si.

A média do intervalo de partos do rebanho brasileiro relatada em várias publicações é bastante variável, valores extremados como 17,39 meses de IP de primíparas relatados por Perotto et al. (2006), contrastam com IP de 12,4 meses verificados por Martins Filho et al. (1994). Esta discrepância de valores pode ser explicada pelas diferenças de manejo, alimentação e manejo reprodutivo, além dos fatores genéticos. Neste contexto, a composição racial apresentou influencia sobre as médias de IP (Tabela 5). As vacas Nelore apresentaram IP maior que as vacas ANNE (404,9 vs. 376,3 dias), enquanto que não houve diferença no IP entre os demais. Longos IP em vacas Nelore são comuns na literatura. Alencar e Bugner (1989) observaram 418 dias de média para intervalo de parto de vacas nelore, bem abaixo do analisado por

Perotto et al. (2006) que encontraram 492 dias, observando o intervalo do primeiro ao segundo parto para a mesma raça, já para vacas cruza Nelore e Angus o IP foi menor, de 434 dias.

Os resultados do presente estudo contrariam os achados de Daley et al. (1987), que verificaram que vacas cruzadas (Brahman x Angus) produziam mais leite, que por sua vez perderam mais ECC no pós-parto, e tiveram maior intervalo de anestro comparado às vacas puras. Neste estudo, as vacas ANNE produziram acima de 6 kg de leite em média por dia, com menor IP, enquanto vacas Nelore produziram apenas 4,9 kg em média por dia, e com IP significativamente superior.

A produção de quilos de bezerros foi semelhante entre os grupos genéticos (Tabela 5). Entretanto, a EI foi inferior para as vacas ANNE comparado às vacas dos grupos NENE e ANCR, 34,2%, 43,2, e 42,7% respectivamente. Estes resultados se devem ao peso mais elevado ao desmame de vacas ANNE. Da mesma forma, vacas NEAN, mesmo desmamando bezerros pesados, tiveram EI semelhante, pois apresentaram maiores pesos a desmama. Vacas ANAN tenderam a ser mais eficientes que vacas ANNE ($P < 0,10$), pois além de desmamarem bezerros pesados, estiveram entre os menores pesos a desmama. Vários estudos consideram que até 60% das variações no peso do bezerro ao desmame são atribuídos à produção de leite da mãe (RUTLEDGE et al., 1971; ALBUQUERQUE et al., 1993). A superioridade na EI de vacas ANCR é atribuída a sua maior produção leiteira, para alimentação do bezerro. No caso de vacas NENE, por serem mais leves e apresentarem menores pesos a desmama. Vacas ANAN apresentaram um equilíbrio entre produção leiteira intermediária e peso corporal moderado. Em contrapartida, FR, foi semelhante entre os genótipos ($P < 0,05$) (Tabela 5).

Por meio da Tabela 6 percebe-se que praticamente todas as características apresentaram correlações significativas, tanto positivas como negativas, acarretando associações esperadas de desempenho entre essas características. McManus et al. (2002) observaram uma correlação negativa de maior intensidade entre FR e IP (-0,82) e menor entre FR e P205 (0,19), ou seja, estes autores encontram que a FR foi mais influenciada pelo IP, enquanto no presente estudo foi pelo PVD, provavelmente devido a menor variação para IP entre genótipos (Tabela 6).

Tabela 6. Correlação parcial entre as características de peso ajustado aos 205 dias (P205), peso da vaca ao desmame (PVD), fertilidade real (FR), intervalo de parto (IP) e eficiência individual (EI).

Características	PVD	FR	IP	EI
P205	0,179	0,928	0,114	0,847
	0,254	<0,001	0,470	<0,001
PVD		0,244	-0,199	-0,324
		0,118	0,206	0,035
FR			-0,219	0,770
			0,161	<0,001
IP				0,225
				0,152

Abaixo da correlação é apresentado o valor de *P* correspondente.

4.5. Correlações entre características metabólicas, reprodutivas e leiteiras.

Não foram encontradas correlações parciais entre os metabólitos Albumina, glicose, ureia, AGNE e BHB com as características reprodutivas e leiteiras estudadas. O mesmo é válido para o hormônio insulina. Foram encontradas correlações positivas entre os níveis médios de IGF-I ao longo do período de coletas com o IP. Estes achados estão relacionados à importância do hormônio, que além de indicador do status energético, nutricional e metabólico, é importante na reprodução. O IGF-I circulante tem papel fundamental na reprodução (VELAZQUEZ et al., 2008), e a correlação detectada com IP no presente estudo é atribuída possivelmente as ações do IGF-I no retorno a atividade ovariana pós-parto (BUTLER et al., 2006) e sobrevivência embrionária (VELAZQUEZ et al., 2005). Vários trabalhos demonstram que vacas que ovulam o folículo dominante da primeira onda pós-parto tem maiores níveis sanguíneos de IGF-I do que vacas anovulatórias (BUTLER et al., 2006, KAWASHIMA et al., 2007a, KAWASHIMA et al., 2007b). O IGF-I atua sobre os ovários (WILLIS et al., 1998) funcionando como um modulador da ação de gonadotrofinas, na teca e na granulosa, como estimulante da proliferação e diferenciação celular (ARMSTRONG; WEBB, 1997) e reduzindo a atresia folicular (EL-ROEIY et al., 1994).

Tabela 7. Correlação parcial entre as características de peso ajustado aos 205 dias (P205), peso da vaca ao desmame (PVD), fertilidade real (FR), intervalo de partos (IP), eficiência individual (EI), concentrações séricas de IGF-I e Produção leiteira total em 210 dias de lactação.

Características	PVD	FR	IP	EI	IGF-I	PT210
P205	0,179 0,254	0,928 <0,001	0,114 0,470	0,847 <0,001	-0,197 0,263	0,588 <0,001
PVD		0,244 0,118	-0,199 0,206	-0,324 0,035	0,202 0,250	0,302 0,081
FR			-0,219 0,161	0,770 <0,001	-0,002 0,990	0,622 <0,001
IP				0,225 0,152	-0,501 0,002	-0,141 0,425
EI					-0,380 0,026	0,298 0,086
IGF-I						-0,103 0,560

Abaixo da correlação é apresentado o valor de *P* correspondente.

Foram encontradas correlações ($P < 0,05$) entre a produção leiteira total em 210 dias de lactação (PT210) com o peso dos bezerros ajustado para 205 (P205) dias e conseqüentemente entre produção leiteira e fertilidade real (FR). Também foram detectadas tendências de correlações ($P < 0,10$) entre PT210, e EI e PVD. Estas correlações eram esperadas, uma vez que, dos fatores ambientais, sem dúvida, o mais importante para o crescimento dos bezerros é a alimentação fornecida pela vaca na forma de leite, determinante no P205 dos bezerros, que por sua vez é uma variável importante no cálculo da FR e EI. É importante salientar que como todas as fêmeas foram expostas ao mesmo ambiente e manejo, as diferenças observadas em produção de leite e P205 refletem em grande parte o efeito do genótipo e do ECC inicial destas fêmeas.

4.6. Discussão geral

Inicialmente, é importante destacar o típico comportamento metabólico de BEN demonstrado pelas vacas, independente de genótipo, no presente estudo. Isto foi demonstrado pela perda de ECC e pelas concentrações séricas de metabólitos e hormônios estudados. Independente do genótipo, todas as vacas apresentam perda de ECC pós-parto, aumento nos níveis séricos dos metabólitos típicos de um estado de catabolismo, assim como alterações hormonais. Fazem parte deste contexto, as baixas concentrações de IGF-I verificadas no início do pós-parto e a elevação gradativa até a última coleta (dia 42), baixas concentrações de insulina nas primeiras coletas pós-parto e o pico de AGNE no dia 7, seguido de um pico de BHB na coleta do dia 21.

Esta condição está amplamente caracterizada em vacas leiteiras, e mais pronunciada em vacas de alta produção, onde ficam concentradas as discussões (BUTLER et al., 2003; DOUGLAS et al., 2006; WATHES et al., 2007). Em vacas de corte esta condição é menos abordada, porém estudos direcionados individualmente aos diferentes metabólitos e hormônios discutidos no presente estudo, na maioria das vezes sob a ótica reprodutiva (anestro) trazem indícios da semelhança de condições e da importância do tema na produção de bovinos de corte (SCHAMS et al., 1991; SPICER et al., 1993; SIMPSON et al., 1997; SPICER et al., 2002). Embora o desafio energético da vaca de corte seja bem inferior ao de vacas de leite com alto potencial genético, não é raro observar que o ambiente aos quais as vacas de corte são criadas resulta em balanço energético semelhante.

As condições de criação de bovinos na região de desenvolvimento do estudo, baseado em pastagens nativas, implicam na estacionalidade da oferta e qualidade de alimento (CARVALHO et al., 2006). O terço final da gestação, de grandes demandas energéticas para crescimento do feto, coincide com o inverno nesta região (ASTESSIANO et al., 2010), caracterizado por frio intenso e redução da oferta e qualidade forrageira (CARVALHO et al., 2006). Estas condições podem ter repercussão no pós-parto recente das vacas. Além disso, o reestabelecimento da oferta e qualidade das pastagens naturais se dá de forma gradual na primavera e verão, com períodos de estiagem, que coincidem muitas vezes com o pós-parto recente das vacas e podem intensificar a

intensidade do BEN encontrado no presente estudo. Além das limitações e eventualidades climáticas, é prática comum o uso de lotações elevadas, que prejudicam o crescimento das pastagens e disponibilidade de forragem (CARVALHO et al., 2006). Desta forma, a adaptação dos genótipos estudados, demonstrada através da capacidade de criar o bezerro, desmamar um bezerro mais pesado, e reproduzir nas condições locais de ambiente são fundamentais para um melhor desempenho produtivo. Neste ponto, também consideramos que se tivermos matrizes adaptadas e produtivas nestas condições, podemos dirigir investimentos em nutrição, como implantação de pastagens cultivadas e suplementação, para outras categorias de animais do sistema produtivo, ou, obter melhores respostas quando estas práticas são utilizadas em fêmeas de genótipo melhor adaptado.

Neste contexto, vacas ANNE e NEAN, demonstraram os maiores níveis de IGF-I, o que pode estar relacionado a uma melhor resposta orgânica destas vacas frente à mobilização de reservas corporais, que foi comprovada pelos níveis de AGNE e BHB. Os dados de ECC corroboram com esta afirmativa, uma vez que as vacas ANNE apresentaram maior ECC médio e também estiveram entre as menores perdas de ECC. Estes resultados demonstram o potencial de adaptação destes genótipos ao ambiente em questão neste estudo, e estão relacionados em parte à heterose produzida pelo cruzamento entre taurinos e zebuínos (ROSO e FRIES, 2000).

Da mesma forma, vacas ANNE e NEAN, demonstraram produções leiteiras entre as maiores, menores apenas que vacas ANCR. Estes resultados divergem da maioria dos estudos deste tema, que normalmente associam os menores níveis de IGF-I as vacas com maior potencial para produção leiteira (SCHAMS et al., 1991; SPICER et al., 1993; SIMPSON et al., 1997; SPICER et al., 2002; ROBERTS et al., 2005). O maior vigor híbrido destes animais está possivelmente relacionado à adaptação e rusticidade, o que se refletiu em melhor ECC, boa produção leiteira, e menor supressão sobre os níveis de IGF-I, hormônio fundamental para o reestabelecimento reprodutivo (BUTLER et al., 2003). Em função disto, vacas ANNE tiveram menor IP que a raça pura Nelore, e além de desmamarem bezerros pesados, tiveram o menor intervalo de partos.

Vacas ANCR apresentaram a maior produção leiteira entre os genótipos estudados, e por consequência desmamaram os bezerros mais pesados. Não apresentaram dados de eficiência reprodutiva significativamente inferiores a vacas ANNE e NEAN, provavelmente em função de também não demonstrarem níveis significativamente inferiores de IGF-I. Estes resultados estão relacionados à heterose produzida no cruzamento entre Angus e Caracu, de relativa distância genética (taurino britânico x taurino adaptado de origem ibérica).

Vacas ANAN e HHHH apresentaram os menores ECC e também apresentaram os menores níveis de IGF-I, juntamente com vacas ANHH no presente estudo. Além disso, vacas ANAN, apesar da produção leiteira razoável, estiverem entre os maiores IP, enquanto vacas HHHH tiveram a pior produção leiteira. Vacas Nelore tiveram acentuada perda de ECC, baixa produção leiteira e os maiores IP. Estes resultados evidenciam o benefício dos cruzamentos, resultando em adaptação metabólica, e melhores desempenhos.

5. Conclusões

As características metabólicas, ou seja, as concentrações séricas dos metabólitos e hormônios estudados, encontrados neste estudo, apontam indicativos de balanço energético negativo, com perda de peso e mobilização de reservas corporais no início do pós-parto, em vacas de corte criadas em sistemas produtivos baseados em pastagens nativas no extremo sul do Brasil.

O Cruzamento entre raças é uma alternativa rápida e de baixo custo quando se busca maior produtividade num rebanho de cria, devido a ganhos com heterose e complementariedade. Os resultados obtidos neste estudo possibilitam afirmar que matrizes oriundas do cruzamento entre Angus e Nelore, e Angus e Caracu, mostraram maior adaptação que os demais genótipos, demonstrada pelo perfil metabólico, o que se refletiu em desempenhos superiores quanto à eficiência reprodutiva e habilidade materna.

Referências

- ADEYEMO, O. AND HEATH, E. Plasma progesterone concentration in *Bos taurus* and *Bos indicus* heifers. **Theriogenology** 14:411. 1980.
- ALBUQUERQUE, L.G.; ELER, J.P.; COSTA, M.J.R.P.. Produção de leite e desempenho do bezerro na fase de aleitamento em três raças bovinas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.5, p.745-754, 1993.
- ALENCAR, M. M. de; BUGNER, M. Desempenho produtivo de fêmeas das raças Canchim e Nelore. IV. Segundo parto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 10, p. 1217-1220, 1989.
- ALENCAR, M.M.; OLIVEIRA, F.T.T.; TAMBASCO, A.J. et al. Desenvolvimento pós-desmama e eficiência reprodutiva pós-parto em gado de corte: influência da produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, p.1012-1018, 1993.
- ALVAREZ, P., L. J. SPICER, C. C. CHASE, JR., M. E. PAYTON, T. D. HAMILTON, R. E. STEWART, A. C. HAMMOND, T. A. OLSON, AND R. P. WETTEMANN. Ovarian and endocrine characteristics during an estrous cycle in Angus, Brahman, and Senepol cows in a subtropical environment. **J. Anim. Sci.** 78:1291–1302. 2000.
- ARMSTRONG, D.G.; WEBB, R. Ovarian follicular dominance: the role of intraovarian growth factors and novel proteins. **Reviews in Reproduction**, v.2, p.139-146, 1997.
- BAKER, A. A. Postpartum awcsuus in cattle. **Aust. Vet. J.** 45:180. 1969.
- BALLOU M. A.; GOMES R. C.; JUCHEM S. O.; DEPETERS E. J. Effects of dietary supplemental fish oil during the peripartum period on blood metabolites and hepatic fatty acid compositions and total triacylglycerol concentrations of multiparous Holstein cows. **J. Dairy Sci.** 92 657-669. 2009.
- BAO, B. AND GARVERICK, H. A. Expression of steroidogenic enzyme and gonadotropin receptor genes in bovine follicles during ovarian follicular waves: a review. **Journal of Animal Science.** 76 1903–1921. 1998.
- BARCELLOS, J.O.J.; LOBATO, J.F.P.; FRIES, L.A.. Eficiência de vacas primíparas Hereford e cruzas Hereford-Nelore acasaladas no outono/inverno ou na primavera/verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 414-427, 1996.
- BAUMAN, D. E, W. B. CURRIE. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. **Journal of Dairy Science**, v. 63(9), p. 1514-1529. 1980.

- BAUMAN, D.E.. Regulation of nutrient partitioning during lactation: homeostasis and homeoresis. In: CRONJÉ, PB. **Ruminant physiology. Digestion, metabolism, growth and reproduction**. Wallingford: CAB 2000. Cap.18, p.311-328, 2000.
- BEAM, S. W.; BUTLER, W. R. Energy balance, metabolic hormones and early postpartum follicle development in dairy cows fed prilled lipid. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 121–131, 1998.
- BELL, A. W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. **Journal of Animal Science**, v. 73(9), p. 2804-2819. 1995.
- BISHOP, D.K.; WETTEMANN,R.P.; SPICER,L.J. Body energy reserves influence the onset of luteal activity after early weaning of beef cows. **J. Anim. Sci.**, v.72, p.2703-2708. 1994.
- BLACKSHAW, J.K.; BLACKSHAW, A.W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavior: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.34, p.285- 295, 1994.
- BORNFELDT, K.E.; ARNQVIST, H.J.; ENBERG, B.; MATHEWS, L.S.; NORSTEDT, G. Regulation of insulin-like growth factor-I and growth hormone receptor gene expression by diabetes and nutritional state in rat tissues. **Journal of Endocrinology**, v.122, p.651-656, 1989.
- BRAUNER, C. C.; PIMENTEL, M.A.; LEMES, J.S.; PIMENTEL, C.A.; MORAES, J.C.F.. Reprodução de vacas de corte em lactação e solteiras submetidas à indução/sincronização. **Ciência Rural**, v. 38, p.1067-1072, 2008.
- BROCKMAN, R. P.; LAARVELD, B. Hormonal regulation of metabolism in ruminants: a review. **Livestock Production Science**, v. 14, p.313-334, 1986.
- BUTLER, W. R. Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. **Journal Dairy Science**, v. 81, p. 2533–2539, 1998.
- BUTLER, S.T.; MARR, A.L.; PELTON, S.H. Insulin restores GH responsiveness during lactation-induced negative energy balance in dairy cattle: effects on expression of IGF-I and GH receptor 1A. **Journal Endocrinology**. v. 176, p. 205-217, 2003.
- BUTLER, W.R. Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. **Livestock Production Science**. v. 83, p. 211–218, 2003.
- BUTLER, S. T., S. H. PELTON, W. R. BUTLER. Energy balance, metabolic status, and the first postpartum ovarian follicle wave in cows

- administered propylene glycol. **Journal of Dairy Science**, v. 89(8), p. 2938-2951. 2006.
- CARDOSO, F. F.; ROSA, G. J. M.; TEMPELMAN, R. J. et al. Modelos hierárquicos bayesianos para estimação robusta e análise de dados censurados em melhoramento animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 72-80, 2009.
- CARROLL, J. A., BRUNER, B. L., GREEN, C. N. K., MCARTHUR, N. H., WELSH, T. H. Genotypic control of somatotroph recruitment and function in *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. **Proceedings of 10th International Congress of Endocrinology**. Vol II, 956 (Abstr.P3-808), San Francisco June 14-15, 1996.
- CARVALHO, P.C. de F. Produção animal no bioma campos sulinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, Sup. Esp, p.156-202, 2006.
- CERDÓTES, L.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C. et al. Produção e Composição do Leite de Vacas de Quatro Grupos Genéticos Submetidas a Dois Manejos Alimentares no Período de Lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 610-622, 2004.
- CHILLIARD, Y.; BOCQUIER, F.; DOREAU, M. Digestive and metabolic adaptations of ruminants to undernutrition, and consequences on reproduction. **Reproduction Fertility and Development**, v. 38, p. 131-152, 1998.
- CONTRERAS, P. A. Indicadores do metabolismo protéico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. In: Gonzáles, F. H. D.; Barcellos, J. O.; Ospina, H.; Ribeiro, L. A. O. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica UFRGS, 2000.
- CROMBERG, V.U.; PARANHOS da COSTA, M.J.R. Mamando logo, para crescer a receita. **ANUALPEC 97**, São Paulo:FNP, p.215-217, 1997.
- CROMWELL, G.L., HALL, D.D., CLAWSON, A.J. Effects of Additional Feed During Late Gestation on Reproductive Performance of Sows: A Cooperative Study. **J. Anim. Sci.**, v.67, p. 3-14, 1989.
- CUBAS, A.C.; PEROTTO, D.; ABRAHÃO, J.J.S. et al. Desempenho até a desmama de bezerros Nelore e cruzas com Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v.30, p.694-701, 2001.
- CUNDIFF, L. V., K. E. GREGORY, AND R. M. KOCH. Germplasm evaluation in beef cattle-Cycle IV: Birth and Weaning Traits. **J. Anim. Sci.** 76:2528-2535. 1998.

- DALEY, D.R.; MCCUSKEY, A.; BAILEY, C.M.. Composition and yield of milk from beef-type *Bos taurus* and *Bos indicus* × *Bos taurus* dams. **Journal of Animal Science**, v.64 p.373, 1987.
- DAVIS, M. E., SIMMEN, R. C. M. Genetic parameter estimates for serum insulin-like growth factor I concentration and performance traits in Angus beef cattle. **J. Anim. Sci.** 75:317–324. 1997.
- DISKIN, M.G.; MACKEY, D.R.; ROCHE, J.F.; SREENAN, J.M. Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. **Animal Reproduction Science**, v.78, p.345-370, 2003.
- DOUGLAS, G. N., T. R. OVERTON, H. G. BATEMAN, 2ND, H. M. DANN, J. K. DRACKLEY. Prepartal plane of nutrition, regardless of dietary energy source, affects periparturient metabolism and dry matter intake in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 89(6), p. 2141-2157. 2006.
- EL-ROEIY, A.; CHEN, X.; ROBERTS, V.J.; SHIMASAKAI, S.; LING, N.; LEROITH, D.; ROBERTS JUNIOR, C.T.; YEN, S.S. Expression of the genes encoding the insulin-like growth factors (IGF-I and II), the IGF and insulin receptors, and IGF-binding proteins-1-6 and the localization of their gene products in normal and polycystic ovary syndrome ovaries. **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, v.78, p.1488-1496, 1994.
- ECHTERNKAMP, S. E.; SPICER, L. J.; GREGORY, K. E.; CANNING, S. F.; HAMMOND, J. M. Concentrations of Insulin-Like Growth Factor-I in Blood and Ovarian Follicular Fluid of Cattle Selected for Twins. **Biology of Reproduction**, v. 43, p. 8-14, 1990.
- FAGUNDES, J.I.B.; LOBATO, J.F.P.; SCHENKEL, F.S. Efeito de carga animal na produção de leite de vacas de corte primíparas e no desenvolvimento de seus bezerros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.412-419, 2004.
- FENWICK, M.A.; FITZPATRICK, R.; KENNY, D.A.; DISKIN, M.G.; PATTON, J.; MURPHY, J.J.; WATHES, D.C. Interrelationships between negative energy balance (NEB) and IGF regulation in liver of lactating dairy cows. **Domestic Animal Endocrinology**, v.34, p.31-44, 2008.
- FOOTE, W. D., H. J. WEETH AND J. E. HUNTER. Effects of ovarian hormones on post-partum reproductive activity in beef cows. **J. Animal Sci.** 19:1321. 1960.
- GAINES, W.L.; DAVIDSON, F.A.. The effect of advance in lactation and gestation on mammary activity. **Journal of General Physiology**, v.2 p.325-332, 1925.
- GALINA, C.S. CALDERÓN, A. MCCLOSKEY, M. Detection of signs of estrus in the charolais cow and its Brahman cross under continuous observation. **Theriogenology**. Pages 485–498. 1982.

- GREGORY, K.E.; CUNDIFF, L.V.. Crossbreeding in beef cattle: evaluation of systems. **Journal of Animal Science**, v.51, p.1224-1242, 1980.
- GREGORY, K.E., L.V. CUNDIFF E R. M. KOCH. **Composite breeds to use heterosis and breed differences to improve efficiency of beef production**. MARC-USDA-ARS. Clay Center, NE: 1999,75p. (Tech. Bulletin No. 1875) 1999.
- GRAWUNDER, A.F.; MIELITZ NETTO, C.G.A.. Pecuária de corte no sul do Brasil: que caminhos tomar? **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 17, n. 4, p. 119-136, 1979.
- GRUMMER, R.R. Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v. 76, p. 3882-3896, 1993.
- GRUMMER, R.R. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. **J. Anim. Sci.** 73:2820. 1995.
- HESS, B. W.; LAKE, S. L.; SCHOLLJEGERDES, E. J.; WESTON, T. R.; NAYIGIHUGU, V.; MOLLE, J. D. C.; MOSS, G. E. Nutritional controls of beef cow reproduction. **Journal Animal Science**, v. 83, p. E90-E106, 2005.
- HOLTENIUS, P. Hormonal regulation related to the development of fatty liver and ketosis. **Acta Vet Scandinavian**. Suppl. 89: p. 55-60, 1993.
- HOUSEKNECHT, K., L.; BOGGS, D. L.; CAMIOM, D. R.; SARTIN, J. L.; KISER, T. E.; RAMPACEK, G. B.; AMOS, H. E. Effect of dietary energy-source and level on serum growth-hormone, insulin-like growth factor-i, growth and body-composition in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 66, p. 2913- 2923, 1988.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Pecuária municipal 2012**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2011/default.shtm> < Acessado em: 07/02/2013.
- INSKEEP, E. K. progesterone on embryonic survival in the cow Preovulatory, postovulatory, and postmaternal recognition effects of concentrations of **J. Anim. Sci.** 82:E24-E39. 2004.
- JENKINS, T.G.; FERRELL, C.L.. A note on lactation curves of crossbred cows. **Journal of Animal Production**. V.39 p.479. 1984.
- JENKINS, T.G.; FERRELL, C.L.. Lactation characteristics of nine breeds of cattle fed various quantities of dietary energy. **Journal of Animal Science**, v.57, p.1652-1660, 1992.
- JENKINS, T. G., FERRELL, C. L., ROBERTS, A. J. Lactation and calf weight traits of mature crossbred cows fed varying daily levels of metabolizable energy. **J. Anim. Sci.** 78:7–14. 2000.

- JIANG, H.; LUCY, M.C. Variants of the 5'-untranslated region of the bovine growth hormone receptor mRNA: isolation, expression and effects on translational efficiency. **Gene**, v.265, p.45-53, 2001.
- JIANG, H., M. C. LUCY, B. A. CROOKER, W. E. BEAL. Expression of growth hormone receptor 1A mRNA is decreased in dairy cows but not in beef cows at parturition. **Journal of Dairy Science**, v. 88(4), p. 1370-1377. 2005.
- JOHNSON, C. R. et al. Influence of milk production potential on forage dry matter intake by multiparous and primiparous Brangus females. **Journal of Animal Science**, v.81, 2003.
- JOHNSTON, D.J.; BUNTER, K.L. Days to calving in Angus cattle: genetic and environmental effects, and covariances with other traits. **Livestock Production Science**, v.45, p.13-22, 1996.
- JONES, E. J., ARMSTRONG, J. D., HARVEY, R. W. Changes in metabolites, metabolic hormones, and luteinizing hormone before puberty in Angus, Braford, Charolais, and Simmental heifers. **J. Anim. Sci.** 69:1607-1615, 1991.
- JONES, J. I, D. R. CLEMMONS. Insulin-like growth factors and their binding proteins: biological actions. **Endocrine Reviews**, v. 16(1), p. 3-34. 1995.
- KAWASHIMA, C., S. FUKIHARA, M. MAEDA, E. KANEKO, C. A. MONTOYA, M. MATSUI, T. SHIMIZU, N. MATSUNAGA, K. KIDA, Y. MIYAKE, D. SCHAMS, A. MIYAMOTO. Relationship between metabolic hormones and ovulation of dominant follicle during the first follicular wave postpartum in high-producing dairy cows. **Reproduction**, v. 133(1), p. 155-163. 2007a.
- KAWASHIMA, C., M. SAKAGUCHI, T. SUZUKI, Y. SASAMOTO, Y. TAKAHASHI, M. MATSUI, A. MIYAMOTO. Metabolic profiles in ovulatory and anovulatory primiparous dairy cows during the first follicular wave postpartum. **Journal of Reproduction and Development**, v. 53(1), p. 113-120. 2007b.
- KEISLER, D. H.; LUCY, M. C. Perception and interpretation of the effects of undernutrition on reproduction. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 1-17, 1996.
- LAWRENCE, M. C.; MCKERN, N. M.; WARD, C. W. Insulin receptor structure and its implications for the IGF-1 receptor. **Current Opinion Structure Biology**, v. 17, p.699-705, 2007.
- LEE S. H.; ENGLE T. E.; HOSSNER K. L. Effects of dietary copper on the expression of lipogenic genes and metabolic hormones in steers. **J. Anim. Sci.** 80 1999-2005.

- LEROY, J. L. M. R.; VANHOLDER, T.; DELANGHE, J. R.; OPSOMER, G.; VAN SOOM, G.; BOLS, P. E. J.; DEWULFA, J.; KRUIF, A. Metabolic changes in follicular fluid of the dominant follicle in high-yielding dairy cows early post partum. **Animal Reproduction Science**, v. 80, p. 201–211, 2004.
- LEROY, J. L. M. R.; VANHOLDER, T.; MATEUSEN, B.; CHRISTOPHE, A.; OPSOMER, G.; DE KRUIF, A.; GENICOT, G.; VAN SOOM, A. Non-esterified fatty acids in follicular fluid of dairy cows and their effect on development capacity of bovine oocytes in vitro. **Reproduction**, v. 130, p. 485–495, 2005.
- LEROY, J. L. M. R.; OPSOMER, G.; VAN SOOM, A.; GOOVAERTS, I. G. F.; BOLS, P. E. J. Reduced Fertility in High-yielding Dairy Cows: Are the Oocyte and Embryo in Danger? Part I The Importance of Negative Energy Balance and Altered Corpus Luteum Function to the Reduction of Oocyte and Embryo Quality in High-yielding Dairy Cows. **Reproduction Domestic Animal**, v. 43, p. 612-622, 2008.
- LITTELL R. C.; HENRY P. R.; AMMERMAN C. B. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. **J. Anim. Sci.** 76 1216-1231. 1998.
- LOBATO, J.F.P. **Bovinos de corte; seleção e sistemas de acasalamento.** Porto Alegre, Adubos Trevo, 20 p, 1984.
- LOBATO, J.F.P.; MAGALHÃES, F.R.. Comportamento reprodutivo de primíparas aos 24 e 36 meses de idade. **Arquivos da Faculdade de Veterinária UFRGS**, v.29, n.2, p.139-146, 2001.
- LÔBO, R.B. **Programa de Melhoramento Genético da raça Nelore.** Universidade de São Paulo, Departamento de Genética, Ribeirão Preto, 31p, 1994.
- LUCY, M. C., SAVIO, J. D., BADINGA, L., DE LA SOTA, R. L., THATCHER, W. W., Factor That affect ovarian follicular dynamics in cattle. **Journal of Animal Science.** 70: 3615-3626. 1992.
- LUCY, M. C. Regulation of ovarian follicular growth by somatotropins and insulin-like growth factors in cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 1635-1647, 2000.
- LUCY, M. C. Mechanisms linking nutrition and reproduction in postpartum cows. **Reproduction.** Suppl. 61:415-427, 2003.
- MACEDO, W.. **Levantamento de reconhecimento dos solos do município de Bagé, RS.** Bagé : EMBRAPA, 69p, 1984.
- McMANUS, C.M.; SAUERESSIG, M.G.; FALÇÃO, R.. Componentes reprodutivos e produtivos no rebanho mestiço de corte da Embrapa Cerrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.648-657, 2002.

- MARTINS FILHO, R., LÔBO, R.B., OLIVEIRA, S.M.P. Idade ao primeiro parto e intervalo entre partos em rebanho bovino da raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, Maringá, 1994. *Anais...* Maringá: SBZ, 1994, p.175.
- MENDONÇA, G.; PIMENTEL, M.A.; CARDELLINO, R.A. Produção de leite em primíparas de bovinos Hereford e desenvolvimento ponderal de terneiros cruzas taurinos e zebuínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.31 p.467-474, 2002.
- MINICK, J.A., BUCHANAN, D.S. AND RUPERT, S.D. Milk production of crossbred daughters of high- and low-milk EPD Angus and Hereford bulls. **J. Animal Sci.**, 79: 1386-1393. 2001.
- MORAES J. C. F., JAUME, C. M., SOUZA, C. J. H. **Controle da reprodução em bovinos de corte**. Comum. Téc. Embrapa Pecuária Sul, n.58, p.1-3, 2005.
- MULLER, E.E., LOCATELLI, V., COCCHI, D. Neuroendocrine control of growth hormone secretion. *Physiol Rev* 79, 511-607. 1999.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington, D.C. 242p. 1996.
- NEGUSSIE, B.; BRANNANG, E.; ROTTMANN, O.J.. Reproductive performance and herd life of dairy cattle at Asella livestock farm. *Arsi. Ethiopia*. II. Crossbreds with 50. 75 e 87,5% European inheritance. **Journal of Animal Breeding Genetic**, v.116, p.225-234, 1999.
- OBESE F. Y.; HUMPHRYS S.; MACMILLAN K. L.; EGAN A. R. Measuring concentrations of insulin-like growth factor-I with an enzyme-linked immunosorbent antibody assay in plasma samples from Holstein cows. **J. Dairy Sci.**, 91 160-168. 2008.
- OLIVEIRA, V.T.; FONTES, C.A.A.; SIQUEIRA, J.G. et al. Produção de leite e desempenho dos bezerros de vacas Nelore e mestiças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v.36, 2007.
- PAYNE, J. M.; PAYNE, S. **The metabolic profile test**. Oxford, Oxford University Press. 1987.
- PLASSE, D. WARNICK, A.C. AND KOGER, M. Reproductive Behavior of *Bos Indicus* Females in a Subtropical Environment. I. Puberty and Ovulation Frequency in Brahman and Brahman X British Heifers. **J. Anim. Sci.** vol. 27 no. 1, 94-100. 1968.
- PEROTTO, D.; ABRAHÃO, J.J.S.; KROETZ, I.A.. Intervalo de partos de fêmeas bovinas Nelore, Guzerá x Nelore, Red Angus x Nelore, Marchigiana x Nelore e Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v. 35, n. 3, p. 733-741, 2006.

- PIMENTEL, M.A.; MORAES, J.C.F.; JAUME, C.M. et al. Características da lactação de vacas Hereford criadas em um sistema de produção extensivo na região da campanha do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1,p.1-11, 2006.
- PORETSKY, L.; CATALDO, N.A.; ROSENWAKS, Z.; GIUDICE, L.C. The insulin-related ovarian regulatory system in health and disease. **Endocrinology Review**. v. 20, p. 535–582, 1999.
- RANDEL, R. D., L. M. RUTTER AND R. C. RHODES. Effect of monensin on the estrogen-induced LH surge prepuberal heifers. *J. Anim. Sci.* 54:806. 1984.
- RANDEL, R. D. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. **J. Anim. Sci.** 68:853. 1990.
- RANDEL, R.D.. Reproduction of *Bos indicus* breeds and crosses. In: **Proceedings of Symposium on Tropically Adapted Breeds**. American Society of Animal Science. Southern section meeting. Little Rock, Arkansas, p.24-37, 2005.
- RESTLE, J.; POLLI, V. A.; SENNA, D.B.. Efeito de grupo genético e heterose sobre a idade e peso a puberdade e sobre o desempenho reprodutivo de novilhas de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.701-707, 1999.
- RESTLE, J.; PACHECO, P.S.; MOLETTA, J.L. . Grupo genético e nível nutricional pós-parto na produção e composição do leite de vacas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v.2, p.585-597, 2003.
- REYNOLDS, W.L.; DeROUEN, T.M.; BELLOWS, R.A.. Relationships of milk yield of dam to early growth rate os straightbred and crossbred calfs. **Journal of Animal Science**, v.47, p.584-594, 1978.
- REYNOLDS, W.L., DeROUEN, T.M., MOIN, S. Factors influencing gestation length, birth weight and calf survival of Angus, Zebu and Zebu cross beef cattle. **J. Anim. Sci.**, 51(4): 860-867. 1980.
- RHODES, R.C., R.D. RANDEL AND P. G. HARMS. Reproductive studies of Brahman cattle. IV. Luteinizing hormone levels in ovariectomized Brahman~ Brahman X Hereford and Hereford cows following a 20 mg dose of estradiol. **Theriogenology**.10:429. 1978.
- RHODES, R.C. AND R.D. RANDEL. Reproductive studies of Brahman cattle. I. Behavioral effect of various dose levels of estradiol-173 upon ovariectomized Brahman, Brahman x Hereford and Hereford cows. **Theriogenology** 9:429. 1978.

- RIVERA, G. M, J. E. FORTUNE. Proteolysis of insulin-like growth factor binding proteins -4 and -5 in bovine follicular fluid: implications for ovarian follicular selection and dominance. **Endocrinology**, v. 144(7), p. 2977-2987. 2003.
- ROBERTS, A. J., R. A. NUGENT, III, J. KLINDT, AND T. G. JENKINS. Circulating insulin-like growth factor I, insulin-like growth factor binding proteins, growth hormone, and resumption of estrus in postpartum cows subjected to dietary energy restriction. **J. Anim. Sci.** 75:1909–1917. 1997.
- ROBINSON, J. J.; ASHWORTH, C. J.; ROOKE, J. A.; MITCHELL, L. M.; MCEVOY, T.G. Nutrition and fertility in ruminant livestock. **Animal Feed Science Technology**, v. 126, p. 259–276, 2006.
- ROCHE, J. F., D. MACKEY, M. D. DISKIN. Reproductive management of postpartum cows. **Animal Reproduction Science**, v. 60-61, p. 703-712. 2000.
- ROSO, V.M., FRIES, L.A.. Avaliação das heteroses maternas e individuais sobre o ganho de peso do nascimento ao desmame em bovinos Angus x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.732-737, 2000.
- ROVIRA, J. **Reproduccion y manejo de los rodeos de cria**. Montevideo: Ed. Hemisferio Sur, 296p, 1974.
- RUTLEDGE, J.J.; ROBISON, O.W.; AHLSCHEDE, W.T. et al. Milk yield and its influence on 205-day weight of beef calfs. **Journal of Animal Science**, v.33, p.563-567, 1971.
- RUTLEDGE, J. J. **Twining in Cattle**. *J. Animal Science*. v. 5. 40no. 5 803-815. 1975.
- RUTTER, L. M., R. SNOPEK, AND J. G. MANNS. Serum concentrations of IGF-I in postpartum beef cows. **J. Anim. Sci.** 67:2060. 1989.
- SALES, J. N. S. **Efeito da dieta com alta energia nos parâmetros metabólicos, endócrinos e reprodutivos de vacas *Bos indicus* e *Bos taurus***.162 f.Tese (Doutorado)- Programa de Pós-Graduação em Reprodução Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2011.
- SANTOS, J.E.P.; THATCHER, W.W.; CHEBEL, R.C.; CERRI, R.L.; GALVAO, K.N. The effect of embryonic death rates in cattle on the efficacy of estrus synchronization programs. **Animal Reproduction Science**, v.82-83, p.513-535, 2004.
- SANTOS, J. E.; CERRI, R. L.; SARTORI, R. Nutritional management of the donor cow. **Theriogenology** v. 69, p. 88-97, 2008.

- SCHAMS, D., GRAF, F., GRAULE, B., ABELE, M., PROKOPP, S. Hormonal changes during lactation in cows of three different breeds. **Livest. Prod. Sci.** 27:285–296.
- SCHILLO, K. K., Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. **J. Anim. Sci.**, v.70, p.1271-1282, 1992
- SCHNEIDER, F. A., AND D. M. HALLFORD. Use of rapid progesterone radioimmunoassay to predict pregnancy and fetal numbers in ewes. **Sheep Goat Res. J.** 12:33–38. 1996.
- SCHNEIDER, A. **Sistema GH/IGF-I nas características metabólicas e atividade reprodutiva pós-parto em bovinos.** 88f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia. Universidade Federal de Pelotas. Centro de Desenvolvimento Tecnológico. Pelotas. 2011.
- SCHNEIDER, A. PFEIFER, L. F. M. HAX, L. T., PALUDO, G. R., DEL PINO, F. A. B., DIONELLO, N. J. L., CORRÊA, M.N. Insulin-like growth factor and growth hormone receptor in postpartum lactating beef cows. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.45, n.8, p.925-931, 2010.
- SEGERSON, E. C., LIBBY, D. W., GETZ, W. R., AND RANDEL, R. D. Immunosuppressive effect of uterine secretory protein from Angus and Brahman cows upon lymphocytes in vitro. **J. Anim. Sci.** 59:1045. 1984.
- SHORT, R. E.; ADAMS, D. C. Nutritional and hormonal interrelationships in beef cattle reproduction. **Canadian Journal Animal Science**, v. 68, p. 29-39, 1988.
- SHORT, R.E., BELLOWS, R.A.; STAIGMILLER, R.B. et al. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beefcattle. **Journal of Animal Science**, v.68, p.799-815, 1990.
- SIMPSON, R. B.; CHASE JR.; C. C., SPICER, L. J.; VERNON, R. K.; HAMOND, A. C.; RAE, D. O. Effect of exogenous insulin on plasma and follicular insulin-like growth factor I, insulin-like growth factor binding protein activity, follicular estradiol and progesterone, and follicular growth in superovulated Angus and Brahman cows. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 102, p. 483–492, 1994.
- SIMPSON, R. B., C. C. CHASE, JR., L. J. SPICER, J. A. CARROLL, A. C. HAMMOND, AND T. H. WELSH, JR. Effect of exogenous estradiol on plasma concentrations of somatotropin, insulin-like growth factor-I, insulin-like growth factor binding protein activity, and metabolites in ovariectomized Angus and Brahman cows. **Domest. Anim. Endocrinol.** 14:367–380. 1997.
- SMITH, T. R.; HIPPEN, A. R.; BEITZ, D. C.; YOUNG, J. W. Metabolic characteristics of induced ketosis in normal and obese dairy cows. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 1569-1581, 1997.

- SOUZA, C.J.H.; MORAES, J.C.F. **Manual de sincronização de cio em ovinos e bovinos**. Bagé, Embrapa Pecuária Sul, 76p, 1998.
- SPICER, L. J., TINKER, E. D., WETTEMANN, R. P., BUCHANAN, D. S. Relationship between genotype of sire and dam, and plasma insulin-like growth factor-I concentrations in crossbred cows post partum. **Livest. Prod. Sci.** 33:355–360. 1993.
- SPICER, L. J., C. C. CHASE, JR., L. M. RUTTER. Relationship between serum insulin-like growth factor-I and genotype during the postpartum interval in beef cows. **J. Anim. Sci.** 80:716–722. 2002.
- STAGG, K.; SPICER, L.J.; SREENAN, J.M.; ROCHE, J.F.; DISKIN, M.G. Effect of calf isolation on follicular wave dynamics, gonadotropin and metabolic hormone changes, and interval to first ovulation in beef cows fed either of two energy levels postpartum. **Biology of Reproduction**, v.59, p.777-783, 1998.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEMS. **SAS Institute - user's guide**. Version 9.2, Cary: 2008.
- TABELEÃO V. C.; GOULART M. A.; SCHWEGLER E.; WEISER M. A.; MOURA S. V.; SILVA V. M.; PEREIRA V. S.; DEL PINO F. A. B.; CORRÊA M. N. Ruminal and metabolic evaluation of bovines maintained in semi-confinement system. **Arch. Zootec.** 57 147-154. 2008.
- VANRADEN, P.M.; KLAASKATE, E.J.H. Genetic evaluation of length of productive life including predicted longevity of live cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.2758-2764, 1993.
- VELAZQUEZ, M. A., M. NEWMAN, M. F. CHRISTIE, P. CRIPPS, M. A. CROWE, R. F. SMITH, H. DOBSON. The usefulness of a single measurement of insulin-like growth factor-1 as a predictor of embryo yield and pregnancy rates in a bovine MOET program. **Theriogenology**, v. 64(9), p. 1977-1994. 2005.
- VELAZQUEZ, M. A., L. J. SPICER, D. C. WATHES. The role of endocrine insulin-like growth factor-I (IGF-I) in female bovine reproduction. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 35(4), p. 325-342. 2008.
- WATHES, D. C., M. FENWICK, Z. CHENG, N. BOURNE, S. LLEWELLYN, D. G. MORRIS, D. KENNY, J. MURPHY, R. FITZPATRICK. Influence of negative energy balance on cyclicity and fertility in the high producing dairy cow. **Theriogenology**, v. 68 Suppl 1, p. S232-241. 2007.
- WEBB, R.; CAMPBELL, B. K.; GARVERICK, H. A.; GONG, J. G.; GUTIERREZ, C. G.; ARMSTRONG, D. G. Molecular mechanisms regulating follicular recruitment and selection. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 54, p. 33-48, 1999.

- WEBB, R., GARNSWORTHY, P.C., GONG, J.G., ARMSTRONG, D.G., Control of follicular growth: Local interactions and nutritional influences. **Journal of Animal Science**. 82 (E. Suppl) 63-74. 2004.
- WEEKES, T.E.C. Hormonal control of glucose metabolism. In: Tsuda, t., Sasaki, Y., Kawashima, R. Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants: **INTERNATIONAL SYPOMSIUM ON RUMINANT PHYSIOLOGY**, 7, 1989, Sendai, Japan. *Proceedings...* San Diego: Academic Press, p.183-200. 1991.
- WETTEMANN, R. P., BOSSIS, I., Energy intake regulates ovarian function in beef cattle. **Proc. Am. Soc. Anim. Sci.** 2000.
- WETTEMANN, R. P., LENTS, C. A., CICCIOLO, N. H., WHITE, F. J., RUBIO, I. Nutrition and suckling mediated anovulation in beef cows. **Journal of Animal Science**. 81 (E. Suppl.2) E48-E59. 2003.
- WILLIAMS, G.L. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. **J. Anim. Sci.** v.68, p.831-852, 1990.
- WILLIS, D.S.; MASON, H.D.; WATSON, H.; FRANKS, S. Developmentally regulated responses of human granulosa cells to insulin-like growth factors (IGFs): IGF-I and IGF-II action mediated via the type-I IGF receptor. **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, v.83, p.1256-1259, 1998.
- YAVAS, Y.; WALTON, J.S. Postpartum acyclicity in suckledbeef cows: a review. **Theriogenology**, v.54, p.25–55, 2000.
- YIMAZ, A., M. E. DAVIS, R. C. M. SIMMEN. Analysis of female reproductive traits in Angus beef cattle divergently selected for blood serum insulin-like growth factor I concentration. **Theriogenology**, v. 65(6), p. 1180-1190. 2006.
- ZUREK, E.; FOXCROFT, G.R.; KENELLY, J.J. Metabolic status and interval to first ovulation in post-partum dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v.7, p.1909-1920, 1995.