Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Efeito da relação proteína metabolizável: energia metabolizável da ração de novilhas pré-púberes em crescimento acelerado

Bruna da Conceição de Matos

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Agronomia: Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

Piracicaba
2009

Bruna da Conceição de Matos
Zootecnista

Efeito da relação proteína metabolizável: energia metabolizável da ração de novilhas pré-puberes em crescimento acelerado

Orientador:
Prof. Dr. **WILSON ROBERTO SOARES MATTOS**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Agronomia: Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

Piracicaba
2009

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Matos, Bruna da Conceição de
Efeito da relação proteína metabolizável: energia metabolizável da ração de novilhas pré-puberes em crescimento acelerado / Bruna da Conceição de Matos. - - Piracicaba, 2009.
112 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2009.
Bibliografia.

1. Bovinos leiteiros - Crescimento e desenvolvimento 2. Metabolismo animal 3. Proteínas 4. Ração I. Título

CDD 636.14
M433e

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Ariovaldo e Isabel

pelo apoio (pessoal e financeiro), carinho e principalmente por acreditarem em mim e na minha capacidade de realização, não me deixando desistir nos momentos de adversidades e principalmente pelo exemplo de ser humano.

E aos meus queridos avós Carlos e Josefa (*In memoriam*)

pela família e apoio. Vocês estarão eternamente em nossos corações

DEDICO

Aos meus irmãos Adriano e Láila

pelo apoio, paciência, risadas e companheirismo nas horas de alegria e adversidade

Ohana quer dizer família, nunca desistir ou abandonar

***OFEREÇO**,*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e aos irmãos de luz, pelas boas energias e conselhos recebidos em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais por me oferecerem a vida, o amor e por me apoiarem em minhas decisões. Aos meus irmãos pelo grande companheirismo.

A Lúcia e os tios (Agenir, Amauri, Zélia, Fátima, Ramon, Luisão, Andréia, Cíntia e Lucas) pela força e incentivo, mesmo a distancia.

A Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" e ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade de realização do curso e ensinamentos.

Ao IFS – International Fundation for Sciende – pelo financiamento do projeto.

Ao Prof. Dr. Wilson R. Soares Mattos pela orientação e pelos sábios conselhos, a Dr. Carla M. M. Bittar pela co-orientação, pela paciência, puxões de orelha e conselhos. Acima de tudo por me mostrarem que quando se tem um objetivo deve-se ir atrás dele com dignidade, competência e ética, assumindo os seus erros e acertos.

Ao Prof. Luiz Gustavo Nussio pela oportunidade e inclusão à equipe e ao Prof. Gerson Mourão pelo auxílio na análise estatística do trabalho.

Aos amigos e companheiros de trabalho do Departamento de Zootecnia pertencentes ao grupo de qualidade e conservação de forragens, SIPOC, Nutribov, CPZ - Rafaela Carareto, Vanessa Pillon, Ana Luiza, Jhones Sarturi, Maity Zopollato, Sergio Gil, Rafael Camargo, Rodrigo Goulart, João Luiz, Luiz Roberto, Marlon, Renato Gentil, Marcos Vinicius, Gisele Muraro, Julieta, Salim Jacaúna, Suzana, Rafael Canonenco, Jaqueline, Yuri, Dado, Aline.

A equipe de trabalho Lucas Ferreira, Milena Serra e Flavia Mota, pela grande ajuda na condução do trabalho experimental.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia – Carlos César, Creide, Sr. Laureano, Sr. Joaquim, Sr. Marcos, Josevaldo, Jucelino, Emerson, Eleonora e Tânia Ferri pelos ensinamentos, paciência e colaboração

A minha querida amiga Pricila Rizzo... Rindo, brigando e colhendo vitorias desde a época da graduação. Mais uma vez aos Vetrano Rizzo a minha família de coração que me “adotou” com carinho e torce por mim desde o tempo da faculdade.

A Família Geraldi (Guilherme, Carolina e Maria Helena) pela amizade e apoio, vocês já são integrantes dessa família.

A D. Ovidia e Celso Dal Fabro e Família Guidette pela acolhida, carinho e amizade.

A Família Dias Pacheco que me recebeu com tanto carinho nestes 2 anos e compartilhou comigo todas as alegrias e tristezas deste ano. Sem vocês teria sido muito mais difícil.

Ao amor da minha vida - Juninho Pacheco – por estar sempre ao meu lado, pelo carinho, companheirismo e principalmente pelo apoio.

Àqueles que não foram citados, mas que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste.

Bom mesmo é ir a luta com determinação, abraçar a vida e viver com paixão, perder com classe e viver com ousadia. Pois o triunfo pertence a quem se atreve, e a vida é muito bela para ser insignificante (Charles Chaplin).

Muito obrigada!!!!!!

Ajude aos que erra; seus pés pisam o mesmo chão, e, se você tem a possibilidade de corrigir, não tem o direto de censurar (Allan Kardec).

SUMÁRIO

RESUMO 13
ABSTRACT 15
LISTA DE FIGURAS 17
LISTA DE TABELAS 19
1 INTRODUÇÃO 21
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 25
2.1 Proteína metabolizável 25
2.2 Energia metabolizável 27
2.3 Puberdade 28
2.4 Desenvolvimento corporal 31
2.4.1 Crescimento e Curvas de crescimento 35
2.4.2 Efeito nutricional sobre o desenvolvimento corporal 38
2.5 Desenvolvimento da glândula mamária 39
2.5.1 Efeito hormonal no desenvolvimento da glândula mamária 42
2.5.2 Efeito nutricional sobre o desenvolvimento da glândula mamária 45
2.5.3 Métodos para avaliação do desenvolvimento da glândula mamária 53
Referências 57
3 EFEITO DA RELAÇÃO PROTEÍNA METABOLIZÁVEL: ENERGIA METABOLIZÁVEL SOBRE O DESENVOLVIMENTO CORPORAL E GLANDULA MAMÁRIA DE NOVILHAS MESTIÇAS HOLANDÊS-JERSEY SUBMETIDAS A ALTAS TAXAS DE CRESCIMENTO
Resumo 65
EFFECT OF METABOLIZABLE PROTEIN: METABOLIZABLE ENERGY RATIO ON GROWTH PARAMETERS AND MAMMARY GLAND DEVELOPMENT OF CROSSBREED HOLSTEIN-JERSEY HEIFERS REARED ON ACCELERATED GROWING PROGRAM
Abstract 66
3.1 Introdução 67
3.2 Material e Métodos 69
3.2.1 Local do experimento 69
3.2.2 Delineamento experimental 69

3.3.3 Análises químico-bromatológicas 71
3.3.4 Cálculo da relação proteína:energia da dieta 71
3.3.5 Avaliação do desempenho e desenvolvimento corporal 75
3.3.6 Coletas de sangue e metodologia analítica 76
3.3.6.1 Determinação da glicose plasmática 77
3.3.6.2 Determinação de Nitrogênio uréico (N-uréico).....77
3.3.6.3 Determinação de Progesterona 77
3.3.6.4 Avaliação do desenvolvimento da glândula mamária 78
3.3.7 Delineamento estatístico.....78
3.4 Resultado e Discussão 79
3.4.1 Composição químico-bromatológicas e relações proteína:energia das dietas 79
3.4.2 Consumo de matéria seca 82
3.4.3 Desempenho e desenvolvimento corporal.....84
3.4.4 Ganho de peso diário 92
3.4.5 Concentração plasmática de glicose, N-uréico e progesterona.....92
3.4.6 Desenvolvimento mamário 94
3.5 Conclusão.....98
Referências.....99
4 USO DE MEDIDAS INDIRETAS PARA ESTIMAÇÃO DO PESO CORPORAL DE NOVILHAS PRÉ-PÚBERES MESTIÇAS HOLANDÊS-JERSEY
Resumo 103
INDIRECT METHODS FOR ESTIMATION BODY WEIGHT OF CROOSBREED HOLSTEIN-JERSEY HEIFERS
Abstract 104
4.1 Introdução.....105
4.2 Material e Métodos 106
4.2.1 Local do experimento 106
4.2.2 Delineamento experimental 106
4.3.3 Avaliação do desempenho e desenvolvimento corporal.....107
4.3.4 Delineamento estatístico.....107
4.4. Resultado e Discussão 108

4.5 Conclusão 112
Referências 112

RESUMO

Efeito da relação proteína metabolizável: energia metabolizável da ração de novilhas pré-púberes em crescimento acelerado

Estudos foram conduzidos com o objetivo de avaliar os efeitos da relação proteína metabolizável: energia metabolizável (PM:EM) sobre o crescimento acelerado de novilhas pré-púberes, assim como, estimar o peso corporal por meio de equações de regressão que utilizam medidas indiretas de desenvolvimento corporal. Inicialmente doze novilhas Holandês-Jersey (idade média de 90 dias) foram alocadas em baias individuais, com livre acesso a água e sombra, até o início da puberdade (aproximadamente 300 kg). Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em dois tratamentos, de acordo com a relação proteína metabolizável:energia metabolizável: controle (PM:EM = 39 g/Mcal); e alta relação (PM:EM = 44,5 g/Mcal). Quinzenalmente, os animais foram pesados e as medidas de desenvolvimento corporal avaliadas. Mensalmente, foram medidos o tamanho e comprimento dos tetos, como método indireto de aferição do desenvolvimento mamário, e colhidas amostras de sangue para avaliação das concentrações plasmáticas de glicose, nitrogênio uréico e progesterona. As relações de PM:EM observadas foram superiores as inicialmente preditas pelo NRC (2001) 44,39 *vs* 39 g/Mcal e 52,98 *vs* 44,5 g/Mcal, respectivamente para os tratamentos controle e alta relação. Não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos para consumo de matéria seca, peso corporal (PC), perímetro torácico (PT), altura na cernelha (AC), largura da garupa (LG), largura e comprimento dos tetos ($P< 0,05$). Posteriormente, os dados de PC, AC, LG e PT monitorados até a obtenção de 300 kg de PC, foram avaliados em análises de regressão, sendo o peso a variável dependente e as medidas de desenvolvimento corporal as variáveis independentes. Foram considerados os efeitos lineares, quadráticos e cúbicos destas variáveis. Não foram observados efeitos significativos ($P<0,05$) do método de estimação do PC sobre esta variável. No entanto efeitos significativos são observados para idade e interação ente idade e método de estimação ($P< 0,0001$). As equações lineares de AC e LG subestimaram ($P<0,05$) PC na faixa de idade de 11-13 meses. Entre 6-7,9 meses todas as equações lineares de desenvolvimento corporal superestimam ($P< 0,05$) os valores de PC. Na faixa etária de 3-5,9 meses apenas as equações lineares de AC superestimaram os valores de peso ($P< 0,05$). A equação proposta por Heinrich; Rogers; Cooper (1992) subestimou os valores de peso em relação à aferição em balança mecânica na faixa etária de 6-7,9 meses ($P<0,05$). Em conclusão, medidas de crescimento e desenvolvimento corporal não foram influenciadas pela relação PM:EM da dieta. O uso de medidas indiretas de estimação do peso corporal mostrou-se eficiente na estimação do PC de fêmeas mestiças, assim como a estimação por meio da equação proposta por Heinrich; Rogers; Cooper (1992).; Cooper (1992).

Palavras chaves: Altura na cernelha; Crescimento; Largura de garupa; Desenvolvimento corporal; Perímetro torácico; Puberdade; Métodos de Estimação

ABSTRACT

Effect of diet metabolizable protein: metabolizable energy ratio of prepubertal dairy heifers on accelerate growth

Trials were conducted in order to evaluate the effects of metabolizable protein: metabolizable energy (MP:ME) ratio on accelerated growth of prepubertal dairy heifers, and also the use of indirect methods of corporal growth for body weight estimation. First, twelve Holstein-Jersey heifers (90 days of average age) were housed in individual pens, with free access to water and shadow, until beginning of puberty (around 300 kg). Heifers were allocated on one of the two treatments, control (MP:ME = 39 g/Mcal) and high MP:ME ratio (MP:ME = 44,5 g/Mcal), according to a completely randomized statistical design. Biweekly, heifers were weighed and growth parameters were measured. Monthly, size and length of teats were taken, as indirect method for mammary growth assessment. Blood samples were also collected monthly to evaluate the plasmatic concentration of glucose, and urea nitrogen and progesterone. The MP:ME ratio observed were higher than those firstly predict by NRC (2001): 44.39 *vs* 39 g/Mcal and 52.98 *vs* 44.5 g/Mcal, respectively for control and high MP:ME treatment. There were no statistical effects of diet MP:ME ratio on dry matter intake, body weight (BW), hearth girth (HG), withers height (WH), hip width (HW), size and length of teats ($P< 0.0001$). With the same data a second study was conducted. Data of BW, WH, HW and HG monitored until 300 kg of BW, were used for regression analysis. BW was considered the dependent variable and growth parameters the independent one. Linear, quadratic and cubic effects of the independent variable were considered. There was no statistical effect of method for estimation BW ($P<0.05$). However, statistical effects were found to age and interaction of age and method for estimation BW ($P< 0.0001$). Linear regression of WH and HW underestimated the BW on age range from 11-13 months. For 6-7.9 months all linear regression of corporal parameters overestimate the values of BW ($P<0.05$). On age range from 3-5.9 months only linear regression of WH overestimate the values of weight ($P<0,05$). Between 6-7.9 months, the regression equation proposed by Heinrich; Rogers; Cooper (1992) underestimated the BW compared with mechanic scale. In conclusion, measures of growth and corporal parameters were not influenced by diet MP:ME ratio. Use of indirect methods of body weight estimation is efficient to estimate the BW of crossbreed heifers, at the same manner as the Heinrich; Rogers; Cooper (1992) proposed equation.

Keywords**:** Growth; Growth parameters; Puberty; Hip width; Hearth girth; Withers height

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Efeito do nível de alimentação na idade (□) e peso à puberdade (■) (Foldager et al., 1988, apud Serjsen e Purup, 1997) 30

Figura 2 – Fases de crescimento em bovinos: a) Evolução do peso corporal em função da idade; b) Fase de aceleração (gestação a puberdade) e desaceleração (puberdade a maturidade) do crescimento (Adaptado de Oliveira, s/d) 32

Figura 3 – Avaliação do desempenho corporal por pesagem em balança eletrônica (a) e uso de fita para avaliação do perímetro torácico (b) 34

Figura 4 – Avaliação do desenvolvimento corporal por medidas de largura da garupa (a) e altura na cernelha (b) com auxilio de uma regra graduada em centímetros.....35

Figura 5 – Curva de crescimento de diferentes espécies. A) Fase de aceleração; B) Fase linear; c) Fase de desaceleração (LAWRENCE; FOWLER, 2002) 37

Figura 6 – Curva de crescimento de diferentes tecidos. 1) Sistema nervoso; 2) ossos; 3) músculos; 4) gordura; 5) consumo 38

Figura 7 – Crescimento mamário de novilhas submetidas a planos nutricionais moderados (M) e altos (H) em diferentes estágios de crescimento. 1) Sejrsen et al. 1998; 2) Sejrsen et al. 1982; 3) Mantisaari et al. 1995; 4) Foldager; Sejrsen, 1991 (Adaptado de Sejrsen et al. 2000) 41

Figura 8 – Resposta do tecido mamário de novilhas submetidas a planos nutricionais moderados (M) e altos (H) em relação a níveis crescentes de IGF-I (Sejrsen et al. 2000 adaptado de Purup e colaboradores, 2000).....43

Figura 9 – Curva de crescimento de novilhas leiteiras em função da idade e peso corporal a primeira parição e os ganhos de peso estimados. A) Idade Mínima (16 meses – 1.032g/d); B) Crescimento padrão (24 meses - 731g/d); C) Crescimento maximizando o desenvolvimento mamário (600 g/d; 24 meses – 1.032 g/d); D) Não ocorrendo ganho compensatório pós puberdade (30 meses - 600 g/d); E) Crescimento compensatório após restrição no período pré púbere (24 meses – 1.032 g/d); F) Crescimento compensatório após restrição no período pré púbere (16 meses – 2.240 g/d).....46

Figura 10 – Visão geral das instalações experimentais 69

Figura 11 – Pesagem das novilhas em balança mecânica 75

Figura 12 – Aferição das medidas de largura da garupa, perímetro torácico e altura na cernelha 76

Figura 13 – Coleta sanguínea para análise plasmática 76

Figura 14 – Aferição da altura (a) e largura dos tetos (b) 78

Figura 15 – Consumo médio de matéria seca (kgMS/d) em função da idade para os tratamentos de alta PM:EM e controle 83

Figura 16 – Peso corporal (PC) médio (kg) em função da idade para os tratamentos de alta PM:EM e controle 85

Figura 17 – Perímetro torácico (PT) médio (cm) em função da idade para os tratamentos de alta PM:EM e controle 87

Figura 18 - Altura na cernelha média (cm) em função da idade para os tratamentos de alta PM:EM e controle 89

Figura 19 - Largura da garupa média (cm) em função da idade para os tratamentos de alta PM:EM e controle 90

Figura 20 – Concentração média de glicose plasmática (mg/dL) em função da idade para os tratamentos de alta PM:EM e controle 93

Figura 21 - Comprimento médio dos tetos dianteiros (cm) em função da idade para os tratamentos de alta PM:EM e controle 95

Figura 22 - Comprimento médio dos tetos traseiros (cm) em função da idade para os tratamentos de alta PM:EM e controle 96

Figura 23 - Largura média dos tetos dianteiros (cm) em função da idade para os tratamentos de alta PM:EM e controle 97

Figura 24 - Largura média dos tetos traseiros (cm) em função da idade para os tratamentos de alta PM:EM e controle 98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Idade e peso à puberdade em função do nível de alimentação 31

Tabela 2 - Sumário realizado por VandeHaar (1997) relacionando ganho de peso diário, DNA parenquimal e relação proteína bruta (PB) e energia metabolizável (EM) da dieta 51

Tabela 3 - Composição das dietas experimentais 70

Tabela 4 - Composição químico-bromatológica das dietas experimentais.....80

Tabela 5 – Relações PB:EM e PM:EM, e Energias digestível e metabolizável das dietas experimentais calculadas segundo (NRC, 2001) 81

Tabela 6 - Comparação entre o peso corporal sugerido para as raças puras e o observado em animais mestiços em diferentes idades.....86

Tabela 7 - Comparação entre o perímetro torácico sugerido para as raças puras e o observado em animais mestiços em diferentes idades.....88

Tabela 8 - Comparação dos valores médios de altura na cernelha (cm) recomendados na literatura e os observado em animais mestiços em diferentes idades.....89

Tabela 9 - Comparação dos valores médios de largura na garupa (cm) recomendados na literatura e os observado em animais mestiços em diferentes idades.....91

Tabela 11 - Regressão do peso corporal de novilhas mestiças a partir de medidas de desenvolvimento corporal.....109

Tabela 12 - Comparação das médias de peso corporal obtidos por pesagem direta e estimados por meio das equações de regressão com medidas de desenvolvimento corporal ou segundo equação proposta por Heinrichs; Rogers; Cooper (1992) 110

1 INTRODUÇÃO

O sistema de produção de leite no Brasil vem passando por importantes transformações na última década. Apesar da estabilização da moeda, o valor pago pelo litro de leite reduziu no decorrer dos anos, seguido por elevação dos custos de produção. Devido à maior exigência do mercado consumidor por produtos de alto valor nutricional, as empresas industrializadoras vêm adotando formas de bonificações a produtores com leite de melhor qualidade nutricional e sanitária. No entanto, a expansão da cadeia produtiva ocorreu sem incremento na produtividade do rebanho, acarretando índices zootécnicos muito abaixo do seu real potencial produtivo.

Com o intuito de maximizar a produção de leite e minimizar os custos de produção, principalmente para animais de reposição, existe crescente busca por tecnologias que possibilitem incremento nas taxas de crescimento, resultando em animais com peso e idade ideais na primeira cobertura e parição, em menor período de tempo. Essas tecnologias podem ser aplicadas em diferentes idades dependendo do interesse do produtor, no entanto quando aplicadas de forma errônea, podem acarretar em retardamento no crescimento animal e elevação dos custos de criação.

Muitos são os fatores influenciadores da baixa produtividade do rebanho brasileiro. Em relação à fase pré-lactacional, dados de literatura mostram dois fatores altamente influenciadores. O primeiro refere-se a práticas de manejo adotadas no momento do desaleitamento, quando muitas vezes a idade do animal apresenta maior relevância do que o consumo de concentrado, acarretando em animais com desenvolvimento ruminal tardio, dificultando a digestão de alimentos sólidos e a manutenção de ganhos de peso satisfatórios pós-desmama, prejudicando os índices zootécnicos do rebanho.

Outro ponto a ser considerado refere-se à criação de fêmeas para reposição, pois este representa o segundo maior custo na atividade leiteira, perdendo apenas para os custos com a alimentação do rebanho. A taxa de crescimento das novilhas, o peso corporal e a idade à primeira parição são considerados pontos chaves para o sucesso deste tipo de exploração, pois influenciarão diretamente os futuros índices produtivos, reprodutivos e econômicos destes animais.

Observa-se nos últimos anos, uma intensificação no processo de criação de novilhas com a utilização de estratégias alimentares que objetivam a elevação do ganho de peso diário e, por conseguinte a redução da idade à puberdade e ao primeiro parto. Fêmeas com altas taxas de crescimento podem apresentar desenvolvimento reprodutivo mais rápido, pela obtenção precoce do peso corporal mínimo para a manifestação do primeiro cio fértil, e conseqüentemente melhor peso à primeira parição em menor período de tempo.

A recomendação de peso corporal ótimo à primeira parição é variável de acordo com a raça estudada, assim como o sistema de manejo adotado. Os valores são variáveis entre 550-700 Kg, para fêmeas submetidas à dieta com alta inclusão de concentrado e 490-550 Kg, para aquelas em sistema de pastejo.

Muito embora uma redução na idade à primeira parição seja desejável, a imposição de taxas de ganho muito elevadas podem ser economicamente inviáveis por dois motivos. O primeiro refere-se ao custo da alimentação, em especial ao concentrado a ser ofertado e o segundo em relação à possível comprometimento na produção de leite futura. Dados dos últimos 25 anos evidenciam que o nível de alimentação durante a fase pré-púbere, apresenta importante influência sobre o desenvolvimento e deposição dos diferentes tecidos componentes da glândula mamária. Inicialmente, sugeriu-se que este efeito era decorrente do consumo de dietas de alta densidade energética, no entanto, recentemente tem-se sugerido que a aplicação de altas taxas de ganho de peso com o emprego de dietas de alta densidade energética não tem efeito prejudicial sobre o desenvolvimento da glândula mamária, desde que a concentração de proteína na dieta também seja elevada, e a relação proteína bruta: energia metabolizável não seja inferior a 65g/Mcal. Contudo, a proteína bruta parece não ser o melhor preditor da resposta do desenvolvimento da glândula mamária, sendo a proteína metabolizável a fração de maior correspondência.

O conhecimento do peso corporal e das taxas de ganho de peso no período pré-púbere são ferramentas importantes para avaliação do sucesso do programa de reposição de fêmeas. No entanto, em muitas propriedades a pesagem dos animais não é realizada devido a falta de balanças mecânica e/ou eletrônica nas propriedades ou dificuldade de manejo desta categoria animal. Porém medidas indiretas de

monitoramento do desenvolvimento corporal, tais como, altura na cernelha, perímetro torácico e largura na garupa apresentam alta correlação com o peso corporal dos animais.

A avaliação destas variáveis, para o produtor, é muito mais barata e de fácil aferição, pois o material necessário é de baixo custo e requer pouca mão de obra para a operação. Na literatura são observadas equações de regressão, que estimam o peso corporal do animal por meio destas medidas com elevada acurácia.

A quase totalidade dos trabalhos gerados é baseada em animais da raça Holandesa, em sistemas de produção de confinamento utilizando-se dietas baseadas em volumoso de elevado valor nutricional, tais como feno de alfafa e silagem de milho e concentrado de produtos ditos nobres (milho, farelo de soja, cevada), não havendo dados relativos a animais mestiços alimentados com volumosos de forrageiras tropicais (silagens ou fenos de forrageiras tropicais).

Com base nos índices zootécnicos e o sistema de produção de leite Brasileiro, este trabalho tem por objetivo avaliar o efeito de diferentes relações de proteína metabolizável: energia metabolizável em dietas baseadas em forrageiras tropicais e concentrado composto por co-produtos, formuladas para obtenção de altas taxas de crescimento (1000g/d) durante o período pré-pubertal e sobre o desenvolvimento da glândula mamária em novilhas mestiças Holandês - Jersey. Assim como, estimar o peso corporal dos animais por meio de equações de regressão que utilizam medidas indiretas de desenvolvimento corporal, e sua comparação com as equações clássicas observadas na literatura.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Proteína metabolizável

De maneira simplificada, pode-se entender proteína como macromoléculas nitrogenadas, cuja unidade formadora é representada por aminoácidos unidos por ligações peptídicas, podendo estar ligada a outros compostos como grupamento heme, lipídios e açúcares, e que apresentam importantes funções no organismo animal, tais como, armazenamento de informações genéticas, função e recepção de estímulos hormonais e enzimáticos, além de serem componentes estruturais do organismo.

Nutricionalmente, as proteínas podem receber diferentes denominações, conforme sua fonte de origem (proteína verdadeira ou não verdadeira), local de degradação no sistema digestório (proteína degradável ou não degradável no rúmen) ou sistema de avaliação utilizado (proteína bruta, digestível, metabolizável).

Denomina-se como proteína bruta (PB), o conteúdo de nitrogênio (N) multiplicado por 6,25, fator que expressa o conteúdo médio de 16g de N para cada 100 g de proteína dos alimentos. No entanto, sabe-se que os alimentos variam consideravelmente quanto ao conteúdo de N, devido principalmente a maior ou menor conteúdo de nitrogênio não protéico (NNP), quanto à taxa e extensão da degradação ruminal das proteínas e absorção intestinal dos aminoácidos, sendo que o uso de um fator único para correção muito provavelmente superestimaria ou subestimaria o valor protéico do alimento.

O conhecimento do conteúdo de PB do alimento, como evidenciado anteriormente, representa apenas o conteúdo total de N presente, expressando nenhuma informação sobre a forma de metabolização desta proteína no trato gastrointestinal (TGI), e o perfil de aminoácidos gerados (VARGA, 2007). Apesar das deficiências observadas em sua determinação e principalmente na sua utilização pelo organismo animal, é amplamente utilizada devido à facilidade em sua determinação laboratorial.

A proteína metabolizável (PM), por sua vez, corresponde à proteína verdadeira digerida pós-ruminalmente e os aminoácidos (AA) absorvidos no intestino (NRC, 2001). Em outras palavras, representa o pool de aminoácidos provenientes da digestão

intestinal das proteínas microbianas (Pmic), proteína não degradável no rúmen de origem alimentar (PNDR) e da proteína endógena (Pend).

Observando-se as últimas edições do NRC Gado leiteiro (1989 e 2001) nota-se evolução no sistema de avaliação protéico. O NRC, publicado no ano de 1989, expressa a exigência de proteínas em unidades de proteína absorvida, que por definição corresponde à proteína verdadeira (total de aminoácido digestível) fornecida ao animal pela síntese ruminal de proteína e proteína dietética que escapa a degradação ruminal. Porém, este sistema adota valores fixos para a digestibilidade intestinal da PNDR (80%), não levando em consideração a Pend e a composição de AA da PNDR ou proteína absorvida.

Para corrigir as deficiências do modelo e estar em concordância com os termos utilizados internacionalmente (NRC Gado de Corte de 1996), a publicação do NRC de 2001, substitui o termo proteína absorvida por proteína metabolizável e relaciona a predição das exigências de nutrientes, calculando o fluxo de Pmic pela ingestão de matéria orgânica (MO) total digestível no trato total, e não mais por uma função fixa entre a quantidade de MO fermentada no rúmen e a produção de nitrogênio (24 – 36 KgN/Kg MO fermentada). Utilizando-se de equações de regressão para os cálculos de proteína endógena, por meio do consumo de matéria seca (MS) e o conteúdo de aminoácidos essenciais no total de AA que adentram o duodeno, bem como seu fluxo.

Santos (2006) relata que a evolução no sistema de avaliação e determinação das exigências protéicas (proteína bruta – proteína metabolizável) foi essencial para melhor adequação das exigências da biota ruminal em relação aos compostos nitrogenados, possibilitando incremento nos índices zootécnicos do animal, devido a otimização na síntese de proteína microbiana, melhora do perfil de AA, redução nas perdas de compostos nitrogenados e redução do impacto negativo da liberação desses compostos para o ambiente.

2.2 Energia metabolizável

As células do organismo produzem energia a partir da oxidação dos constituintes presentes na dieta, que podem ser utilizados para a realização de trabalho (atividade muscular) ou geração de calor (manutenção corporal e processos metabólicos) (RESENDE; TEIXEIRA; FERNADES, 2006).

Armsby e Fries (1903, 1905 e 1908) e Armsby (1917), apud Meigs (1925), foram os pioneiros na utilização das técnicas de calorimetria direta, buscando respostas fisiológicas para a distribuição da energia advinda de forrageiras pelo organismo animal, definindo a distribuição de energia em energia bruta (EB), energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL). Segundo estes autores, a EB consiste na quantidade máxima de energia que pode suprir as atividades vitais no organismo, sendo mensurada pelo calor de combustão. A EM representa a porção da energia do alimento que é capaz de ser convertida em outras formas de energia no corpo durante as modificações sofridas pelo alimento no trato digestório ou no metabolismo dos tecidos, sendo calculada pela diferença entre a energia química do alimento e a perdida nas excretas. E EL definida como a porção da energia dos alimentos que permanece depois de deduzidas as perdas de energia da excreta e do incremento calórico.

Devido ao elevado número de pesquisas na área, no ano de 1958 foi realizado o primeiro simpósio de metabolismo energético, onde foram apresentados os principais estudos e resultados obtidos. Após este, foram realizados mais sete simpósios, com intervalo de três anos, até o ano de 1979. Em revisão apresentada por Moe (1981) sobre as principais contribuições das pesquisas sobre o metabolismo energético até a presente data (1981), observa-se a terminologia energia digestível (ED), definida como a energia bruta advinda da dieta menos a energia perdida nas fezes. Desta forma, a EM seria a ED subtraindo-se as perdas urinárias e da produção de gases, em especial o metano, sendo geralmente expressa como a quantidade de energia disponível para o metabolismo animal. No entanto, poucos são os dados sobre medição da EM, devido à dificuldade na mensuração das perdas urinárias e fermentativas (GARRET; JOHNSON, 1983).

O sistema nutricional do NRC (gado de corte e leiteiro) baseia-se nos estudos conduzidos por Moe, Tyrrel e colaboradores (1971), nos quais utilizou-se a calorimetria

indireta para mensurar o balanço energético animal. Para os cálculos de exigência de energia de vacas leiteiras, as edições de 1989 e 2001, utilizam o valor de NDT (Nutrientes Digestíveis Totais) como preditor. Em relação a novilhas, as edições do NRC 1989 e 2001, utilizam como base de dados para as equações de predição, estudos (abate comparativo) conduzidos por Fortin et al. (1980) e Anrique et al. (1990).

2.3 Puberdade

O termo puberdade foi inicialmente definido como um processo onde os animais se tornam capazes de se reproduzir. No tocante a fêmeas, este evento está relacionado ao início da atividade cíclica ovariana (ROBINSON, 1977). No entanto, em revisão realizada por Moran et al. (1989), estes afirmam que para a maioria das novilhas, a primeira ovulação não é sinônimo de puberdade, redefinindo, desta forma, o início da puberdade como sendo a ocorrência do primeiro estro seguido de uma fase luteal normal. Este fato é variável com a raça e o padrão alimentar das fêmeas, em animais de raças leiteiras de grande porte a puberdade ocorre aproximadamente entre 250 e 280 Kg, e para raças de pequeno porte entre 170 e 220 Kg. Dentro das raças a maior fonte de variação na idade de início da puberdade seria o nível de alimentação dos animais, não sendo o peso à puberdade afetado pelo nível de alimentação (SEJRSEN; PURUP, 1997).

O período pubertal envolve uma série de eventos fisiológicos e comportamentais correlacionados a mecanismos endócrinos e neuroendócrinos, sendo o sistema nervoso central, o maior regulador do processo, pois desempenha funções cruciais durante o processo de maturação sexual, controlando a secreção de fatores hipotalâmicos e liberação dos hormônios hipofisários (CARDOSO; NOGUEIRA, 2007).

Após o nascimento, as bezerras apresentam redução nas concentrações séricas do hormônio luteinizante (LH) e elevação das concentrações de hormônio folículo estimulante (FSH). A partir da 10ª semana, aumentos gradativos na concentração de LH ocorrem, estendendo-se até a 22ª semana, quando há novo decréscimo em sua concentração, caracterizando desta forma, uma segunda fase de atividade gonadal (EVANS et al., 1992).

Próximo à primeira ovulação observa-se um incremento na pulsatilidade do LH, devido à redução dos receptores hipotalâmicos de estradiol associados a possíveis neurotransmissores estimulatórios (norepinefrina, neuropeptídeo Y, aminoácidos excitatórios) e decréscimo da influência neuronal inibitória (opióides e ácido gama butírico), estabelecendo ritmos de liberação de LH, maior produção de esteróides pelos ovários, o que irá originar retroalimentação positiva, onda pré-ovulatória de LH e a 1ª ovulação (CARDOSO; NOGUEIRA, 2007). Em outras palavras, o aumento da secreção do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) desencadeia novo aumento na liberação de LH, restabelecendo a atividade gonadal, dando início ao período de maturidade sexual (EVANS, 1994).

Segundo Rawlings et al. (2003) as alterações observadas, durante a maturidade sexual, em relação aos neurotransmissores estimulatórios e inibitórios são dependentes da idade e disponibilidade de energia no organismo.

Modificações no plano nutricional podem influenciar direta ou indiretamente o processo de maturação sexual, seja por elevação na freqüência de pulsos de LH e tamanho máximo dos folículos (DAY et al., 1987) ou pela obtenção precoce do peso corporal mínimo para a primeira ovulação.

Variações no ganho de peso diário das novilhas, obtidos com níveis de alimentação elevados, possibilitam a redução na idade de início da puberdade, pois os animais alcançam pesos de 250 a 280 Kg mais precocemente. Sejrsen e Purup (1997) avaliando dados de trabalho desenvolvido por Foldager et al. (1988) relatam idades ao início da puberdade variáveis de 9 a 17 meses, quando aplicados ganhos médios diários de 450 a 850 g, respectivamente (Figura 1).

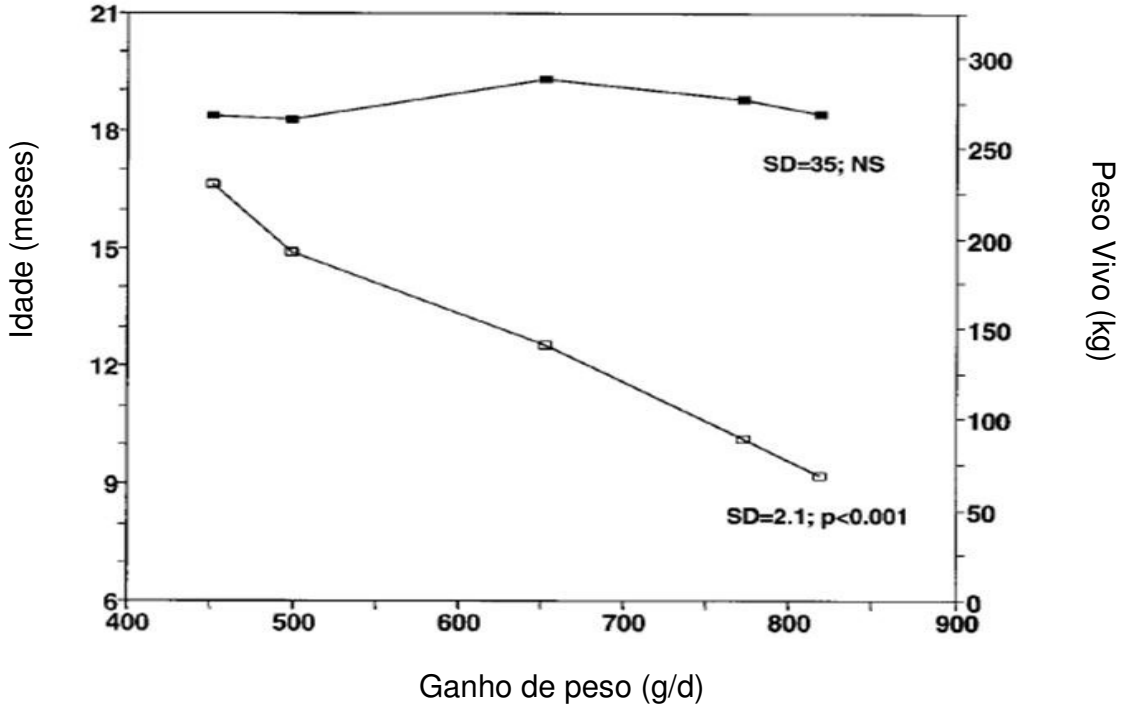

Figura 1 – Efeito do nível de alimentação na idade (□) e peso à puberdade (■) (Foldager et al., 1988, apud Serjsen e Purup, 1997)

McDonald et al. (2005), estudando novilhas pré-púberes Holandês e Jersey submetidas a alta, média e baixa taxas de ganho de peso (0,6-0,8; 0,5-0,6 e 0,35-0,4 kg/d, respectivamente), relataram que o tempo (dias) necessário para se atingir a puberdade apresentou-se negativamente correlacionado com o nível de alimentação, porém o peso corporal não diferiu entre os tratamentos (Tabela 1). A diferença em dias observada entre os tratamentos de alto e baixo ganho foi de 34 dias, e o peso médio obtido 251± 25,4 kg.

Tabela 1 - Idade e peso à puberdade em função do nível de alimentação

	Peso (kg)		Idade (dias)	
	Jersey	**Holandês**	**Jersey**	**Holandês**
Alta	256	281	291	355
Média	240	323	344	383
Baixa	210	347	398	419

Fonte: McDonald et al. 2005

Considerando-se o sistema de manejo leiteiro mais utilizado do Brasil e a genética dos animais, pode-se afirmar que a idade a puberdade (superiores a 18-20 meses) e a primeira parição (superior a 30 meses) observadas tornam o custo de produção extremamente elevado, podendo inviabilizar o sistema de produção adotado.

2.4 Desenvolvimento corporal

O sistema de criação de novilhas tem como objetivo central produzir animais de alta qualidade para a reposição de vacas e melhora no mérito genético do rebanho. Para que este fato ocorra de maneira economicamente viável, as metas de parição das fêmeas devem ser as mais precoces possíveis (entre 20 e 24 meses) e com tamanho corporal que maximize a produção de leite e minimize os problemas de distocia (HEINRICHSS; HARGNOVE, 1987).

Porém, na maioria dos sistemas encontrados, o manejo dessa categoria animal é negligenciado, sendo disponibilizados pastos de baixo valor nutritivo, descuido com as condições sanitárias e de instalações, acarretando em maiores idades a puberdade (IP) e ao primeiro parto (IPP), elevando o custo de produção desta categoria e de todo o sistema de produção. Com intuito de maximizar os ganhos e reduzir custos, muitos produtores buscam taxas de crescimento muito elevadas neste período, o que reduz a IP e IPP, mas podem levar a redução da longevidade do animal, devido à maior peso a parição, acarretando em maior número de partos distócicos ou possíveis comprometimentos no desenvolvimento da glândula mamária.

Sabe-se que o crescimento compreende uma série de transformações em tamanho e estrutura, sendo função da herdabilidade, ação hormonal e fatores externos

como manejo e nutrição. Bovinos apresentam duas fases de crescimento (Figura 2), a primeira corresponde a uma fase de aceleração, que ocorre desde o momento da fecundação até o início da puberdade, seguindo posteriormente para uma fase de desaceleração (puberdade a maturidade). O conhecimento destas fases possibilita a adoção de diferentes manejos nutricionais com o intuito de maximizar o crescimento sem prejuízos ao desempenho animal.

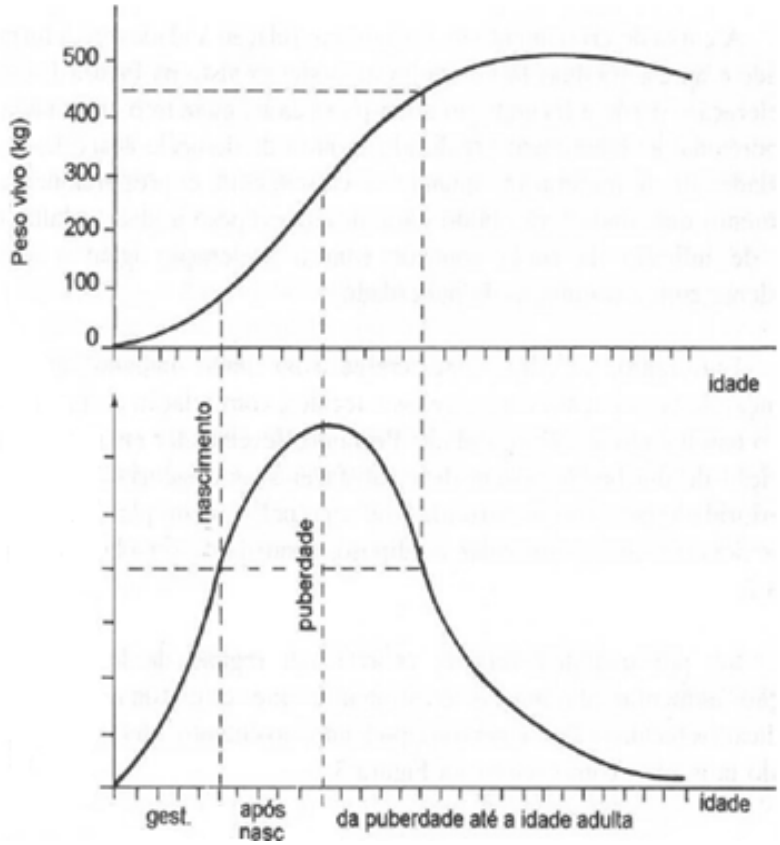

Figura 2 – Fases de crescimento em bovinos: a) Evolução do peso corporal em função da idade; b) Fase de aceleração (gestação a puberdade) e desaceleração (puberdade a maturidade) do crescimento (Adaptado de Oliveira, s/d)

Durante o terço final de gestação, o crescimento do feto ocorre prioritariamente por hipertrofia, no entanto as taxas de crescimento dos diferentes tecidos são variáveis. Após o nascimento o crescimento mantém-se por hipertrofia, porém as proporções do corpo do animal (comprimento dos membros, largura do corpo) são diferentes quando

comparadas ao animal adulto. O peso ao nascimento representa de 6 a 8% do peso a maturidade, enquanto o comprimento de pernas e altura na cernelha representam 50 e 60% das medidas à maturidade, respectivamente. A largura da garupa e perímetro torácico são aproximadamente 1/3 das medidas à maturidade.

Uma ferramenta simples para avaliação do êxito do programa de criação é o monitoramento do desenvolvimento corporal do animal, o que permite a comparação das médias obtidas com dados pré-determinados para a raça avaliada e entre os animais contemporâneos do rebanho, auxiliando possíveis correções do manejo.

As principais formas de monitoramento do desenvolvimento corporal são representadas pelo peso corporal (PC), perímetro torácico (PT), altura na cernelha (AC) e largura da garupa (LG), e as correlações existentes entre essas avaliações. Heinrichs; Rogers; Cooper (1992) relatam que as regressões de peso sobre as medidas corporais e a acurácia de estimação podem ser influenciadas pela raça, idade, condição corporal e estágio fisiológico do animal, desta forma, para comparação entre as equações estes dados devem ser avaliados.

O peso do animal é de fundamental importância no manejo e monitoramento dos programas de criação de novilhas, pois muitas das decisões de manejo tomadas são influenciadas por este parâmetro (HEINRICHS et al., 2007). O peso corporal do animal pode ser obtido por balanças mecânicas ou eletrônicas (Figura 3a), ou estimado pelo uso de fita de pesagem (Figura 3b), graduada em centímetros, que correlaciona o perímetro torácico com o PC, de acordo com o porte do animal, com acurácia de 5 a 7% do peso corporal. Para correta mensuração, deve-se certificar que o animal esteja em pé e com a cabeça voltada para frente, e a fita deve circundar o corpo do animal, logo atrás das pernas dianteiras, mas não muito apertada ao corpo do mesmo (HEINRICHS; LAMMERS, 1998).

a) Pesagem b) Perímetro torácico

Figura 3 – Avaliação do desempenho corporal por pesagem em balança eletrônica (a) e uso de fita para avaliação do perímetro torácico (b)

Em estudo conduzido em rebanhos brasileiros, Reis et al. (2004) avaliando a correlação entre as medidas corporais e o peso corporal em 469 novilhas mestiças Holandês-Gir entre 8 e 48 meses, relatam alta acurácia na predição do peso corporal apenas pelo uso das medidas de perímetro torácico (R^2 = 0,894), podendo ser o mesmo obtido a partir da seguinte equação: $PC = 1717 - 35,167*PT + 0,238978*PT^2 - 0,0004626*PT^3$. Estes dados encontram-se de acordo com o proposto em estudo clássico desenvolvido por pesquisadores da Universidade da Pensilvânia (HEINRICHS; ROGERS; COOPER, 1992 e HEINRICHS et al.,2007) utilizando fêmeas puras da raça Holandesa, onde a acurácia de predição foi elevada (R^2 = 0,9873) e a equação desenvolvida ($PC = 65,36 - 1,966*PT + 0,01959*PT^2 - 0,0000169*PT^3$) apresenta variações no PC inferiores a 8%.

Avaliações da altura na cernelha e largura da garupa, diferentemente do perímetro torácico são pouco influenciadas pela condição e escore de condição corporal, refletindo o real crescimento esquelético, sendo igualmente consideradas importantes na avaliação do desenvolvimento.

As medidas de AC e LG, também devem ser tomadas com o animal em pé, de preferência sobre uma superfície plana e sem ondulações. Para as medidas de altura

na cernelha o animal deve estar com a cabeça voltada para frente e levemente para cima, e a aferição realizada no ponto mais alto da cernelha (Figura 4b). A largura da garupa é obtida como a distância entre os ossos do ílio (Figura 4a). Heinrichs; Rogers; Cooper (1992) sugerem uma alta correlação entre as medidas de AC e LG com o peso corporal (R^2 = 0,9566; R^2 = 0,9806, respectivamente), sendo as equações de predição proposta PC = - 262,57 + 10,215*AC – 144, 54*AC^2 + 0,00085640*AC^3 e PC = - 78,98 + 6,269*LG – 0,1261*LG^2 + 0,0240003*LG^3, respectivamente.

a) Largura da garupa b) Altura na cernelha

Figura 4 – Avaliação do desenvolvimento corporal por medidas de largura da garupa (a) e altura na cernelha (b) com auxilio de uma regra graduada em centímetros

2.4.1 Crescimento e Curvas de crescimento

Crescimento pode ser definido como a produção de novas células seja por processo de multiplicação celular (hiperplasia), crescimento celular (hipertrofia) ou incorporação de componentes específicos do meio ambiente. Peso a maturidade representa o ponto em que a massa muscular atinge o ponto máximo (OWENS, 1993).

Quando o peso corporal é correlacionado a idade observa-se a construção de uma curva sigmóide característica, denominada curva de crescimento. De forma simplista, pode-se entender curvas de crescimento como um reflexo das relações existentes entre as características inerentes ao animal para crescimento e maturidade de seus tecidos e o ambiente em que são expressas, onde o ambiente representa o

nível individual de produtividade, quantidade e qualidade de alimento consumido e a energia requerida para localizar, consumir e digerir o mesmo (FITZHUGH Jr., 1976).

A estrutura sigmóide da curva tem sido descrita por diversos estudiosos da área de biologia e fisiologia do crescimento e são representativas das fases de aceleração e desaceleração do crescimento animal, conforme evidenciado anteriormente. Este tipo de explicação é resultante de uma visualização simplista da curva, a maneira mais correta em sua interpretação seria a consideração de um crescimento tripartido, onde ocorreria um período de aceleração do crescimento, seguido de uma fase linear e finalmente a fase de desaceleração coincidindo com a maturidade do animal (LAWRENCE; FOWLER, 2002).

De modo geral, segundo os autores acima mencionados, pode-se entender os três períodos da seguinte forma: a) Período de aceleração, fase onde o crescimento é determinado pelo duplicamento celular em intervalos regulares; b) Período linear ou fase de balanço, onde o aumento da replicação celular contrapõe-se a maior complexidade das estruturas e a capacidade do suprimento de alimento para manutenção do ritmo de crescimento; c) Período de desaceleração, fase onde os animais se aproximam do peso a maturidade, nesta existe uma limitação no crescimento futuro ocorrendo uma estabilização na ingestão e gradual redução no aumento do PC até o momento em que os requerimentos de manutenção e ingestão se igualem. A Figura 5 evidencia as três fases da curva de crescimento em diferentes espécies.

Os motivos para a desaceleração do crescimento não estão completamente entendidos, Owens (1993) relata que estudos com culturas isoladas de músculos e ossos sugerem que a limitação no crescimento ocorra devido à limitação de recursos (espaço, suprimento de nutrientes e fatores de crescimento) e acúmulo de produtos, existindo a indicação de que certos fatores em adição ao suprimento de nutrientes possam inibir a deposição de proteína.

O crescimento dos órgãos internos não ocorre em sincronia estando relacionado à forma do animal e proporção de seus tecidos, podendo ser alterado durante o crescimento em resposta a necessidades fisiológicas atuais e futuras. Em ordem de maturação, o tecido nervoso é o primeiro a se formar, seguido pelo tecido esquelético,

muscular e adiposo, porém somente a gordura aproxima o seu máximo peso em uma taxa superior a do corpo durante os estágios finais de crescimento (BLACK, 1988). A Figura 6 mostra as curvas de crescimento dos diferentes tecidos em relação ao consumo, evidenciando que quando a maturidade dos tecidos é atingida, o consumo se estabiliza sofrendo leves flutuações.

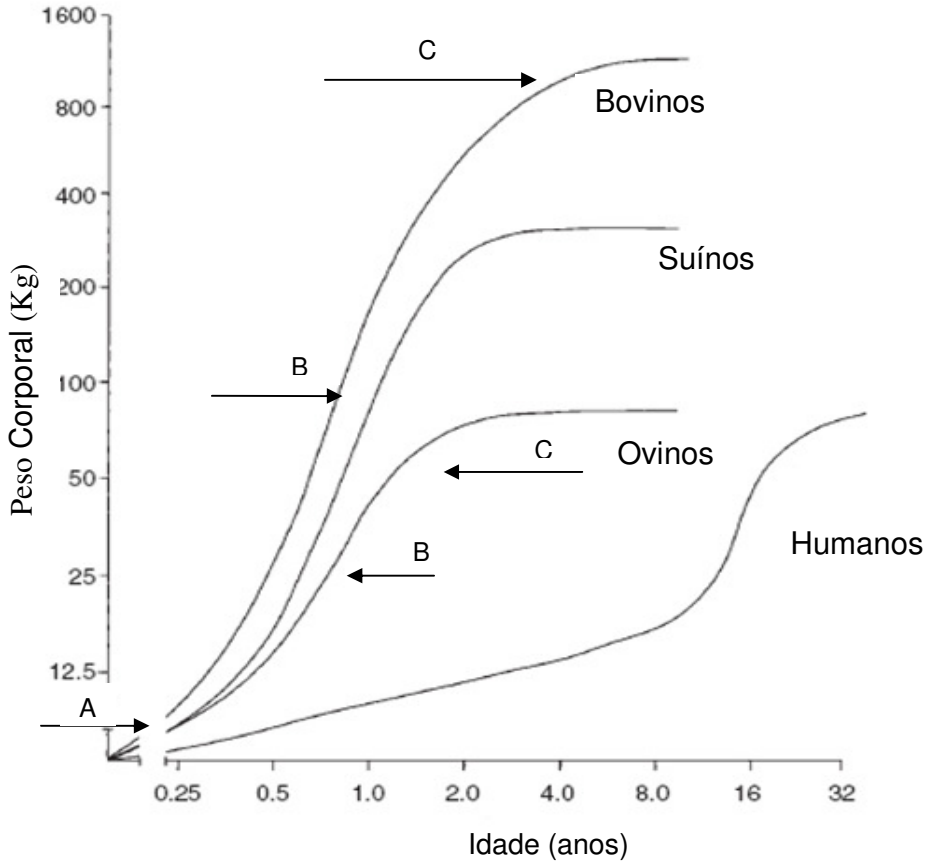

Figura 5 – Curva de crescimento de diferentes espécies. A) Fase de aceleração; B) Fase linear; c) Fase de desaceleração (LAWRENCE; FOWLER, 2002)

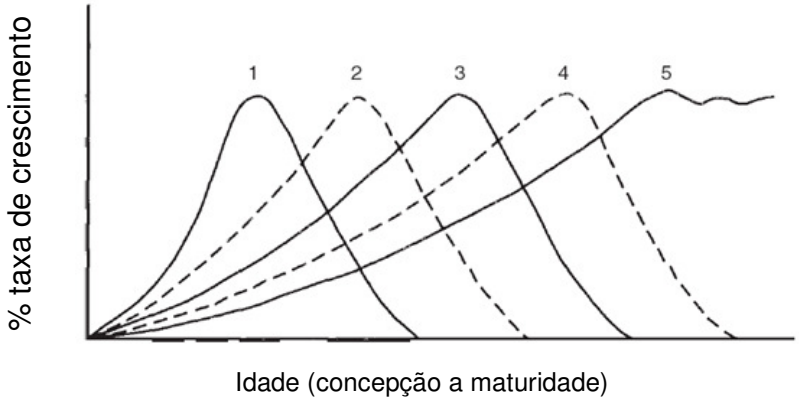

Figura 6 – Curva de crescimento de diferentes tecidos. 1) Sistema nervoso; 2) ossos; 3) músculos; 4) gordura; 5) consumo (REDRAWN; HECHT, 1916 apud LAWRENCE; FOWLER, 2002)

2.4.2 Efeito nutricional sobre o desenvolvimento corporal

O tamanho e a condição corporal das novilhas podem ser afetados pelo sistema nutricional empregado. Animais alimentados com livre acesso a concentrado apresentam um maior ganho de peso corporal e altura na cernelha. Em dietas balanceadas, as taxas de crescimento acelerado parecem não influenciar o desenvolvimento corporal e a administração de elevadas quantidades de nutrientes resulta em fêmeas mais pesadas, devido à maior altura na cernelha e largura da garupa (ABENI et al., 2000).

Estes mesmos autores avaliando os efeitos do ganho de peso diário (0,7 e 0,9 Kg/d) sobre o desenvolvimento corporal e o escore corporal de novilhas pré-púberes, observaram menores ganhos de peso do que o proposto inicialmente (0,67 e 0,77 kg/d, respectivamente), efeito não significativo sobre o escore de condição corporal e superioridade para o tratamento de maior ganho de peso para as medidas de altura na cernelha (p< 0,006) e perímetro torácico (p< 0,001).

Com relação aos teores de proteína na dieta, Dobos et al. (2000) sugerem correlação positiva entre as taxas de crescimento e o teor protéico da dieta, podendo ser a superioridade no ganho de peso final de até 30kg. Barash et al. (1994) restringindo o consumo de energia em novilhas dos 6 aos 10 meses, observaram redução no GPD, PT, AC e LG na ordem de 41, 48,4, 29,2 e 33,1%, respectivamente.

Chelikani et al. (2003) manipulando as densidades protéico-energéticas da dieta para ganhos de peso de 0,5; 0,8 e 1,1 Kg/d relatam que para as medidas de avaliação de crescimento (perímetro torácico, altura de cernelha e largura da garupa) não foram observadas diferenças significativas entre os grupos de alta e média taxa de crescimento, no entanto as variações foram significativas para o grupo de taxa de ganho inferior.

Lammers e Herinchs (2000) sugerem que a avaliação do desenvolvimento corporal é mais bem correlacionada com a relação proteína:energia da dieta, devido a maior incremento das exigências de proteína em relação à energia, quando altas taxas de crescimento são impostas. Apoiando-se nas afirmações existentes na literatura estes autores avaliaram três relações de proteína bruta: energia metabolizável (46; 54 e 61g/Mcal), observando que incrementos na taxa de crescimento acarretaram em elevação nas medidas de altura na cernelha, largura da garupa e perímetro torácico, evidenciando que maiores relações de proteína:energia elevaram a taxa de crescimento corporal de 13 para 18%.

Em estudo semelhante conduzido por Gabler e Heinrichs (2003) avaliando 4 relações de PB:EM (48,3; 59,1; 67,5; 76,5 g/Mcal) e restringindo o GPD a 800g/d, foram observadas respostas semelhantes à obtidas por Lammers e Heinrichs (2000) quanto as medidas de altura na cernelha e largura da garupa, porém o perímetro torácico e o ECC não foram alterados.

Whitlock et al. (2000), no entanto, avaliando dietas com diferentes relações proteína metabolizável (PM): energia metabolizável (EM) (37, 41 , 44 g/Mcal de EM) não observaram respostas significativas para as taxas de ganho de peso, perímetro torácico e altura na cernelha.

2.5 Desenvolvimento da glândula mamária

O desenvolvimento fetal da glândula mamária encontra-se sob controle genético e endócrino. O ectoderma mamário é representado primeiramente por espessamentos lineares paralelos na parede abdominal ventral e a continuidade da crista que se forma limita-se a um número apropriado de botões mamários a partir dos quais a parte funcional da glândula mamária será desenvolvida (DAVIDSON; STABENFELT, 1999).

O aparato mamário é composto por rede de células parênquimais (células epiteliais, mioepiteliais, e progenitoras ou tronco) que se interiorizam no estroma mamário. O estroma é composto por células de origem mesodérmica, predominantemente adipócitos e fibroblastos em diferentes estágios de diferenciação e matriz extracelular, sendo infiltrados por vasos sanguíneos, linfáticos e sistema nervoso (MATITASHVILI; BRAMLEY; ZAVIZION, 1997).

Ao nascer, a fêmea já apresenta estruturas básicas da glândula, que se formaram durante a fase fetal, sendo ainda rudimentar o tecido epitelial originário da ectoderme e que por diferenciação formará células secretoras. O animal apresenta estroma, sistema circulatório e parte externa da glândula praticamente desenvolvidos (tecidos não epiteliais), não apresentando alvéolos ou grande números de ductos (SEJRSEN; PURUP, 1997).

Do nascimento aos três meses de vida aproximadamente, a glândula mamária apresenta crescimento isométrico, ou seja, taxa de crescimento semelhante à taxa de crescimento do corpo animal, onde ocorre crescimento principalmente de tecidos epiteliais (VAN AMBURGH; GALTON, 1994). Após os três meses de idade, a glândula apresenta taxa de crescimento superior ao do corpo do animal, sendo este período caracterizado por crescimento alomérico, podendo ser 1,8 a 3,5 vezes superior (SINHA; TUCKER, 1969). Durante esse período, observa-se rápido desenvolvimento do tecido adiposo e dos ductos ramificadores, não ocorrendo formação de alvéolos (SEJRSEN; PURUP, 1997).

Estes mesmos autores sugerem que a fase alométrica de crescimento da glândula termina por ocasião do início da puberdade, retornando para crescimento isométrico. A explicação fisiológica para esse evento ainda não está bem definida, sendo sugeridos sinais hormonais provenientes de secreção ovariana (TUCKER, 1981) ou independente dessas, podendo ocorrer antes ou depois do início da puberdade (SEJRSEN; PURUP, 1997).

Após a puberdade, o crescimento da glândula mamária volta a ser isométrico, porém durante a gestação seu crescimento é qualitativamente e quantitativamente mais amplo. No início da gestação, observa-se o contínuo crescimento dos ductos mamários e, a partir do meio desta, incremento no desenvolvimento lóbulo-alveolar. Glândulas

lactantes apresentam proporção média de 40-50% de células epiteliais (ductos e alvéolos), 15-20% de lúmen e 40% de tecido conectivo, sendo mínima ou nula a presença de adipócitos. Proporção bem diferenciada quando comparada a novilhas pré-púberes (10-20% células epiteliais, 40-50% tecido conectivo, 30-40% de células adipócitas) (HARRISON; REYNOLDS; LITTLE, 1983; SEJRSEN, 1994; SEJRSEN et al., 2000).

Considerando o padrão de crescimento da glândula mamária e do animal, pode-se dividir o crescimento em 4 fases: 1) do nascimento aos 3 meses; 2) período pré-púbere (3 meses à idade a puberdade); 3) pós-púbere (puberdade a concepção); 4) gestação (SEJRSEN et al., 2000). Esta revisão apoiar-se-á na fase de crescimento correspondente ao período pré-púbere, pois, segundo dados na literatura, é sobre este período que efeitos hormonais e principalmente nutricionais podem acarretar detrimento no desenvolvimento do tecido mamário. A Figura 7, a partir de dados compilados, evidencia o crescimento diferenciado da glândula mamária quando os animais são submetidos a níveis dietéticos diferenciados.

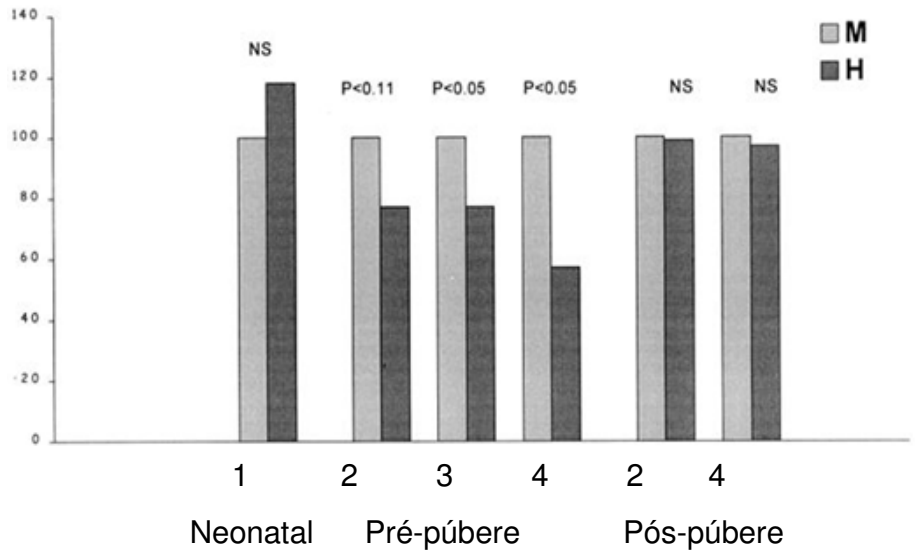

Figura 7 – Crescimento mamário de novilhas submetidas a planos nutricionais moderados (M) e altos (H) em diferentes estágios de crescimento. 1) Sejrsen et al. 1998; 2) Sejrsen et al. 1982; 3) Mantisaari et al. 1995; 4) Foldager; Sejrsen, 1991 (Adaptado de Sejrsen et al. 2000)

2.5.1 Efeito hormonal no desenvolvimento da glândula mamária

Diferentemente das outras fases de desenvolvimento da glândula mamária, durante a fase fetal, o desenvolvimento inicial do botão mamário encontra-se sob controle do mesênquima embrionário. Após o nascimento, o desenvolvimento da glândula pode ser dividido em 4 fases: mamogênese, lactogênese, galactopoese e involução, sendo estas reguladas por rigoroso controle hormonal. A seguir, serão discutidos apenas os principais hormônios envolvidos na primeira fase.

Na mamogênese, destacam-se o estrogênio (E_2), a progesterona (P_4) e hormônio de crescimento ou somatotropina (GH), mediados por fatores autócrinos e parácrinos produzidos pelo tecido mamário. A progesterona estimula a síntese de DNA no ducto epitelial com provável mediação de efeitos nas células dos estromas, sendo considerado um dos principais hormônios mamogênicos por se ligar à receptores nas células epiteliais estimulando assim a formação dos lóbulos alveolares (HURLEY, 2002). Por este motivo, animais submetidos a crescimento acelerado, com redução na idade a puberdade, mostram características morfológicas de glândula mamária desenvolvida, em menor período de tempo. Mas certo cuidado deve ser tomado na manipulação da dieta, a fim de evitar problemas futuros de produção de leite, em decorrência de maior deposição de tecido adiposo e menor proporção de tecido secretor.

Em relação ao efeito da somatotropina no desenvolvimento da glândula mamária, Sandles e Peel (1987) observaram que fêmeas tratadas com GH (3,5 a 8 meses) apresentaram glândulas de menor tamanho, porém com maior proporção de parênquima na matriz adiposa. Akers (1985) relata que a ausência de sítios de ligação para este hormônio no tecido mamário, assim como, a ausência de respostas observadas em estudos *in vitro*, sugere que seu efeito sobre o desenvolvimento ocorra por meios indiretos.

Sejrsen et al. (2000), avaliando resultados de vários autores, relatam que os níveis de GH são reduzidos em altos níveis nutricionais, e que os níveis sanguíneos deste estão positivamente correlacionados ao crescimento mamário. No entanto, como mostrado anteriormente, o tecido mamário pré-púbere não apresenta sítios de ligação a somatotropina e resultados *in vitro* não observaram a proliferação celular do tecido.

A via indireta pela qual o GH tem efeito sobre o desenvolvimento da glândula mamária de bovinos é seu estímulo sobre a produção do fator de crescimento similar à insulina (IGF-I), produzido na maioria dos tecidos, inclusive na própria glândula, mas principalmente no fígado. Em bovinos, o nível de alimentação parece ser fator de variação em sua concentração. Experimentos *in vitro* mostram que os níveis circulantes de IGF-I são estimulados pelos tratamentos de GH e que os efeitos mitogênicos no crescimento das células mamárias estão intimamente correlacionados as concentrações de IGF-I sanguíneo. Porém quando animais são submetidos a altos planos nutricionais observa-se elevação na concentração deste hormônio, e não decréscimo como ocorre para somatotropina. Uma possível explicação para a redução no crescimento mamário, em altos níveis de alimentação, pode ser devido à sensibilidade do tecido a este hormônio (PURUP et al., 1993; PURUP; SEJRSEN; AKERS, 1995; VESTERGAARD et al. 1995; SEJRSEN et al., 2000). A Figura 8 mostra resultado de estudo *in vitro*, onde o tecido mamário coletado de novilhas submetidas a tratamento com moderado plano de alimentação foi mais responsivo ao IGF-I, quando comparado a tecidos de novilhas submetidas a alto plano nutricional.

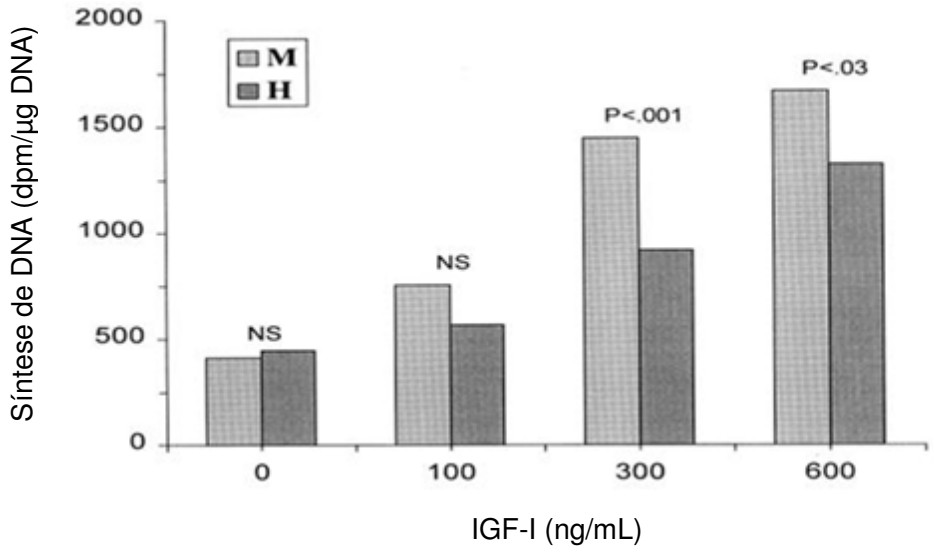

Figura 8 – Resposta do tecido mamário de novilhas submetidas a planos nutricionais moderados (M) e altos (H) em relação a níveis crescentes de IGF-I (Sejrsen et al. 2000 adaptado de Purup e colaboradores, 2000)

Collier et al. (1993) e Sejrsen (1994) sugerem que a relação entre GH, IGF-I e desenvolvimento da glândula mamária pode ser modificada por proteínas ligadas ao IGF-I e/ou produção local de IGF-I. A hipótese de atuação direta da somatotropina na glândula não deve ser descartada, já que, Glimm et al. (1990) apud Sejrsen et al. (1999) reportam a expressão de RNAm de GH na glândula mamária de novilhas.

Desde a década de 50, sabe-se que o estrógeno é um estimulador do crescimento do ducto mamário e, quando em combinação com a progesterona, estimula o crescimento lóbulo-alveolar (TUCKER, 2000). Em extensa revisão realizada por este autor, baseando-se em pesquisas com avaliação *in vitro* da ação do estrógeno sobre o desenvolvimento da glândula mamária em várias espécies, este fato é confirmado, mas algumas discordâncias são observadas na literatura quanto à ação única deste hormônio como promotor do crescimento ductular. Na tentativa de explicar esta contradição, Dembinski; Shiu (1987) e Imagawa et al. (1994) apud Tucker (2000) relatam que o estrogênio não interage apenas com os fatores de crescimento presentes no soro, mas também estimula a secreção destes fatores a partir de células do estroma mamário, resultando no crescimento das células epiteliais. Em bovinos, o principal fator de crescimento secretado pelo estroma mamário é o IGF-I, que conforme comentado anteriormente apresenta importante papel na mamogênese.

Em bovinos, estudos avaliando o papel do estrogênio no desenvolvimento mamário têm sido realizados a partir da retirada dos ovários de novilhas pré-púberes. Segundo Wallace (1953), citado por Sejrsen; Purup (1997) , quando a ovariectomia é realizada na primeira semana de vida, impossibilita a formação da glândula mamária, porém se realizada após os 2,5 meses de idade o desenvolvimento pode ser fortemente inibido, mas quando estes animais recebem doses de estrogênio o desenvolvimento da glândula é reiniciado (PURUP et al., 1993; PURUP; SEJRSEN; AKERS, 1995).

Em trabalho de Purup e colaboradores (1993), a retirada dos ovários resultou em menor peso e volume total da glândula mamária, assim como menores valores de DNA parenquimal e maior peso de tecido extraparênquimal, quando comparadas com novilhas intactas. Entretanto, a diferença na concentração de estrogênio circulante, apesar de significativamente diferente, foi de apenas 0,1 pg/mL entre os dois grupos.

2.5.2 Efeito nutricional sobre o desenvolvimento da glândula mamária

Buscando-se animais com idade a primeira parição inferior a 24 meses e peso corporal de 600 kg, novilhas da raça Holandês devem apresentar em média GPD de 800g/d. No entanto, durante os três primeiros meses de idade e ao final da gestação os ganhos são inferiores, desta forma, durante a fase pré-púbere os ganhos devem ser maximizados. Segundo dados de VandeHaar (1997), os ganhos devem estar entre 900 e 1.100 g/d, dependendo do sistema adotado e da idade requerida a primeira parição (22 e 20 meses).

A Figura 9, adaptada de Hoffman; Funk (1992) evidencia como alterações na curva de crescimento podem alterar a IPP. A estratégia ideal, representada pelos segmentos C e E, consiste em limitar o ganho de peso na fase pré-púbere, buscando otimizar o desenvolvimento do tecido secretor da glândula mamária, e após a puberdade elevar as taxas de ganho com o intuito de se obter animais parindo aos 24 meses e com peso corporal de 600 kg. Uma redução na IPP para 16 meses pode ser obtida com taxas de GPD de 1.032 g/d desde o nascimento, no entanto, observar-se-á comprometimento no tecido mamário. Porém, almejando-se os mesmos 16 meses de IPP e reduzindo-se os ganhos no período pré-púbere para 600 g/d, os ganhos no período pós-púbere devem ser de 2440 g/d, o que é praticamente impossível.

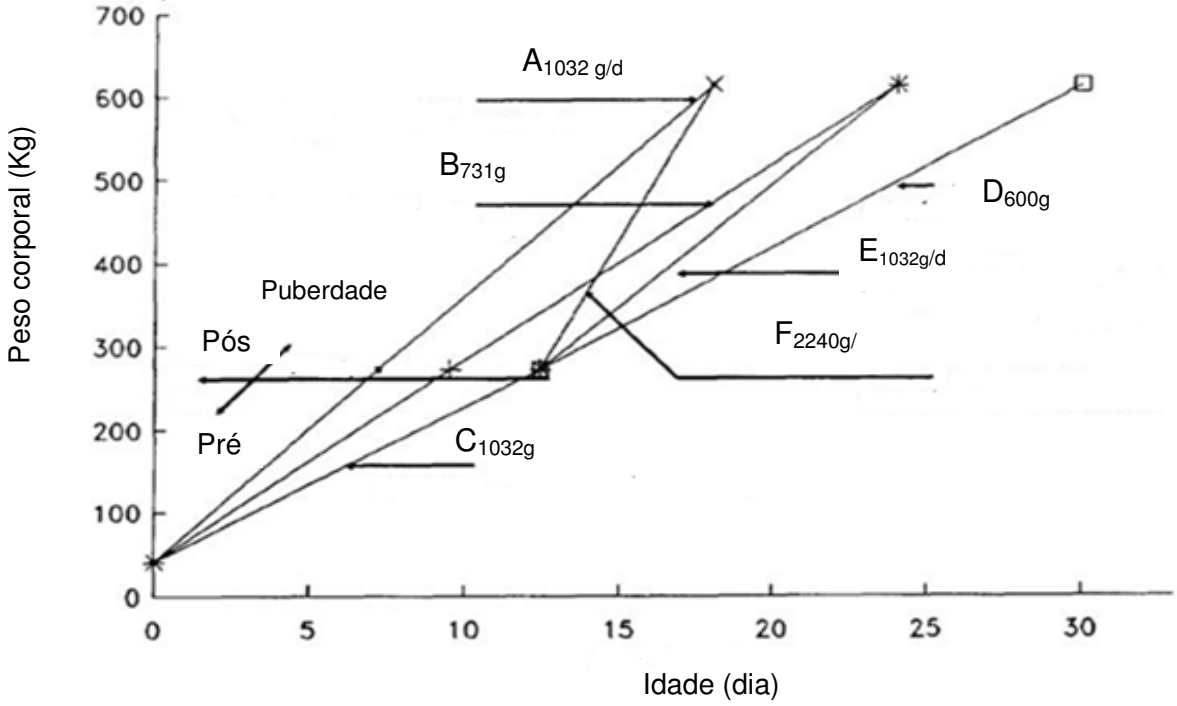

Figura 9 – Curva de crescimento de novilhas leiteiras em função da idade e peso corporal a primeira parição e os ganhos de peso estimados. A) Idade Mínima (16 meses – 1.032g/d); B) Crescimento padrão (24 meses - 731g/d); C) Crescimento maximizando o desenvolvimento mamário (600 g/d; 24 meses – 1.032 g/d); D) Não ocorrendo ganho compensatório pós puberdade (30 meses - 600 g/d); E) Crescimento compensatório após restrição no período pré púbere (24 meses – 1.032 g/d); F) Crescimento compensatório após restrição no período pré púbere (16 meses – 2.240 g/d) (Adaptado de HOFFMAN; FUNK, 1992)

Redução na IPP e IP podem ser obtidas por mudanças no balanceamento das dietas, principalmente para animais no período pré-púbere, no entanto a maximização dos ganhos pode acarretar em prejuízos ao desenvolvimento do tecido secretor mamário, reduzindo o potencial produtivo destas fêmeas.

Em trabalho clássico desenvolvido por Sejrsen; Purup (1997), em rebanhos leiteiros dinamarqueses, afirma-se que níveis dietéticos que resultem em GPD superiores a 600-700 g/d podem acarretar em prejuízo no desenvolvimento mamário, sendo este avaliado pela produção de leite futura do animal. Entretanto, estudos conduzidos por VandeHaar (1997), com animais da raça Holandês, porém com genética americana, relatam que os ganhos podem ser superiores (850 g/d). Esta possibilidade de elevação nos ganhos, sem detrimento no desenvolvimento da glândula mamária, tem gerado inúmeros estudos.

Um dos primeiros trabalhos a demonstrar que altos ganhos poderiam reduzir o desenvolvimento mamário e conseqüentemente a produção de leite, foi realizando por Sejrsen; Larson (1977), onde, monitorando o ganho de peso e a produção de leite na primeira lactação de novilhas com aproximadamente quatro meses de idade, recebendo dietas de silagem de milho e concentrado nas proporções 100:0, 75:25, 50:50 e 25:75, observaram altos ganhos de peso na fase pré-púbere (893, 964, 929 e 1000g, respectivamente) e menor produção de leite, quando comparado a médias dos rebanhos leiteiros dinamarqueses.

Sabendo deste fato, os primeiros estudos buscavam a redução do ganho de peso, durante a fase pré-púbere, por meio da redução energética da dieta. A principal estratégia utilizada referia-se a maior inclusão de forragens, geralmente de baixo valor nutricional, com o intuito de promover saciedade por limite físico ou enchimento.

Em 1982, um grupo de pesquisadores do Instituto de Ciências Agrícolas da Dinamarca em parceria com a Universidade de Michigan (SEJRSEN et al., 1982), buscando avaliar o efeito do regime de alimentação sobre o desenvolvimento mamário, forneceram a novilhas de 7 (pré-púbere) e 13 meses (pós-púberes), dietas com proporção concentrado: volumoso de 60:40, nas formas restrita ou *ad libitum*. Os ganhos de peso para animais com dieta *ad libitum* foram superiores em ambos os períodos experimentais (1.271 e 1.164 g/d), resultando em menor IP e maior peso total da glândula mamária, sendo o tecido adiposo o de maior representatividade (77%). Por outro lado, os animais alimentados de forma restrita apresentaram menor ganho de peso nos períodos experimentais (637 e 588 g/d) e maior porcentagem de DNA e tecido parenquimal mamário (38%), evidenciando maior capacidade secretora. Com base nos dados observados, pode-se concluir que o ganho de peso no período pré-púbere apresenta alta correlação com o desenvolvimento mamário, sendo negativamente correlacionado a medidas de tecido parenquimal, e positivamente com o peso total da glândula e porcentagem de tecido adiposo. Em outras palavras, altos ganhos de peso no período pré-púbere (fase alométrica de desenvolvimento mamário) podem reduzir o potencial secretor da glândula mamária.

Johnsson et al. (1986) avaliando ovelhas em dois regimes de alimentação, também demonstraram que a restrição de consumo pode ser uma boa estratégia de

modo a não se prejudicar o desenvolvimento mamário, pois os animais submetidos a consumo restrito apresentaram maior quantidade de DNA parenquimal e menor de tecido adiposo.

Esses dados deixaram evidente a influência do ganho de peso sobre o desenvolvimento da glândula mamária, porém dúvidas foram geradas no tocante às respostas observadas serem resultantes do manejo alimentar adotado (restrito ou *ad libitum*) ou do baixo valor energético da dieta.

Com base nesta sugestão, o mesmo grupo de pesquisadores dinamarqueses (SEJRSEN; FOLDAGER et al., 1992), controlando o consumo de energia por meio do balanceamento da dieta, não observaram diferença no GPD (500 g/d), apesar da diferença de consumo entre os tratamentos e sobre a proporção dos tecidos mamários.

Em trabalho mais abrangente quanto ao consumo de energia, pesquisadores do Centro de Pesquisa na Agricultura de Israel (PERI et al, 1993) restringiram o consumo de energia de novilhas de 6 meses de idade de duas formas, a partir do balanceamento diferenciado das dietas e do regime de alimentação adotado: A) 85% das recomendações do NRC até a puberdade, seguido de 120% NRC; B) controle: 100% NRC seguido de 90% NRC; e C) *ad libitum* durante todo o período. O ganho de peso dos animais foi significativamente diferente sendo de 625, 768 e 1.100 g/d na fase pré-púbere e de 1.162, 705 e 797 g/d na fase pós-púbere, para os tratamentos A, B e C, respectivamente. A produção de leite dos grupos B e C não diferiu apesar da grande diferença em ganho de peso quando se analisou os dois períodos em conjunto (750 vs. 1000 g/d), e na fase pré-púbere quando animais do grupo C ganharam mais de 1000g/d. Entretanto, novilhas do grupo A, que apresentaram taxas de ganho durante a fase crítica de crescimento dentro do sugerido na literatura, e ganho considerado compensatório durante a fase pós-púbere, apresentaram maior produção de leite na primeira lactação que animais dos grupos B e C. Este trabalho, apesar de não ter determinado efeito no desenvolvimento da glândula com medidas de peso, tecido parenquimal e adiposo, demonstra o efeito negativo do ganho de peso acelerado durante a fase pré-púbere na formação de tecido secretor de forma indireta. Reafirma também que maiores ganhos de peso após a puberdade não afetam o desenvolvimento da glândula, uma vez que a produção de leite não foi reduzida no grupo A.

Pesquisadores do mesmo centro (BARASH; BAR-MEIR; BRUCKENTAL, 1994) avaliando dietas de baixa densidade energética em novilhas pré-púberes (6 meses de idade), seguido de dieta para ganho compensatório (10 meses) e comparando o seu efeito a uma dieta que permitia ganhos máximos de 650 g/d (controle) observaram que novilhas no tratamento para ganho compensatório apresentaram ganho de peso de 460 e 1090 g/d enquanto que animais controle 780 e 550 g/d no 1º e 2º período, respectivamente. Apesar de novilhas no tratamento para ganho compensatório apresentarem ganho de peso de 1.090 g/d durante os últimos dois meses da fase pré-púbere, não houve diferença significativa na produção de leite desses animais. A alta disponibilidade de energia metabolizável (EM) durante o 2º período poderia ter resultado em menor produção de leite, mas essa dieta foi fornecida somente 40 dias antes do início da puberdade, o que talvez tenha reduzido o efeito negativo no desenvolvimento da glândula mamária. Além disso, a idade experimental não correspondeu a todo o período de crescimento alométrico da glândula mamária.

Em relação ao efeito protéico, muitos trabalhos foram realizados com intuito de se avaliar o efeito da fonte de nitrogênio no desenvolvimento mamário de novilhas. Entretanto ainda se faz necessário a avaliação de diferentes níveis de nitrogênio ou proteína, uma vez que dados gerados com roedores e ovinos mostram claro efeito deste fator sobre o desenvolvimento da glândula (VAN AMBURGH; GALTON, 1994; MANTYSAARI et al., 1995; PURUP; MANTYSAARI; SEJRSEN, 1999).

Pesquisadores da Universidade de Cornell realizaram estudos utilizando quantidades crescentes, porém reduzidas, de proteína sobrepassante em dietas formuladas para ganhos de peso (600, 800 e 1000g/d) durante o período de desmama até a obtenção de 340 kg (VAN AMBURGH; GALTON, 1994). De acordo com resultado, os autores sugerem que ganhos de 950 g/d podem ser aplicados desde que as dietas sejam bem balanceadas e que os animais não sejam supercondicionados para que não ocorra efeito negativo no desenvolvimento da glândula mamária. Os animais com maiores ganhos de peso apresentaram também redução na IPP, sendo a diferença de até 85 dias comparando-se com os demais, o que possibilita a obtenção de um animal em produção mais cedo.

Mantyssari et al. (1995) observou efeito da fonte de nitrogênio na dieta de novilhas com relação ao desenvolvimento da glândula mamária quando estes animais foram submetidos a dietas com alto ou baixo nível energético. Animais recebendo dietas com menor nível de energia (ganhos de 692g/d - uréia e 655 g/d - farelo de canola) apresentaram aumento significativo na quantidade de tecido e de DNA parenquimal dos animais, quando comparados com dietas de maior nível energético (ganhos de 805g/d – uréia e 890 g/d - farelo de canola).

Em sumário realizado por VandeHaar (1997), resumido na Tabela 2, observa-se que em apenas 4 dos 7 estudos agrupados, houve significativa redução no desenvolvimento da glândula mamária. Estes trabalhos apresentam grande variação com relação aos métodos utilizados para induzir altas ou baixas taxas de crescimento nos animais, além de variação na idade para início do tratamento. Parte desses estudos utilizaram ainda diferentes metodologias para acessar desenvolvimento da glândula mamária, o que limita a comparação já que cada técnica apresenta suas limitações, vantagens e desvantagens.

Variações no desenvolvimento da glândula mamária e produção de leite em resposta à dieta na fase pré-púbere pode ser devido a diferenças nos protocolos utilizados em experimentos, diferenças de raça e genótipo dos animais, idade na qual os tratamentos foram aplicados, nutrição após a puberdade, peso vivo na parição, e composição da dieta em relação à energia. Mas o único fator que mostra as diferenças e que são consistentes entre os diversos estudos compilados, é a porcentagem de proteína da dieta, ou ainda, a relação proteína bruta e energia das dietas.

Tabela 2 - Sumário realizado por VandeHaar (1997) relacionando ganho de peso diário, DNA parenquimal e relação proteína bruta (PB) e energia metabolizável (EM) da dieta

	Tratamento	**Duração**	**GPD$_{(g/d)}$**	**DNA Parenquimal[1]$_{(mg)}$**	**PB:EM[2]**
Sejrsen et al. (1982)	Consumo restrito	7 meses a 320 kg	635	223	48
	ad libitum		1270	151	
Petitclerc et al. (1984)	Consumo restrito	5 meses a 350 kg	770	103	48
	ad libitum		1044	77	
Capuco et al. (1995)	Alfafa/baixo grão	7 meses a 330 kg	770	260	83
	Alfafa/alto grão		953	245	
	Silagem milho/ baixa soja		770	277	
	Silagem milho/ alta soja		953	145*	54
Radcliff et al. (1997)	90%feno/10% grão	4 meses a 2 º mês pós púbere	770	195	89
	25%feno/75% grão		1225	200	68

* Diferença estatisticamente significante P<0.1.

[1] Resposta mamaria - 45,5 kg de peso vivo

[2]Proteína Bruta: Energia Metabolizável

A edição do NRC gado leiteiro de 1989 recomenda uma relação PB:EM de 60 g/Mcal para novilhas de 3 à 6 meses e de 50 g/Mcal para animais de 6 à 12 meses. De acordo com revisão elaborada por VanderHaar (1997), os efeitos negativos de dietas na fase pré-púbere no desenvolvimento da glândula mamária ocorrem com maior freqüência em experimentos onde as dietas apresentavam baixa relação PB:EM, sugerindo que na fase pré-púbere, não só as taxas de ganho são importantes, mas também a composição da dieta, principalmente com relação à relação PB:EM.

Em trabalhos onde foram aplicadas altas taxas de ganho de peso em animais pré-púberes, alimentados com dietas seguindo recomendações do NRC, observou-se efeito negativo no desenvolvimento da glândula mamaria (SEJRSEN et al., 1982; HARRISON; REYNOLDS; LITTLE, 1983; PETITCLERC; CHAPIN; TUCKER, 1984). Contrariamente, quando animais foram alimentados com dietas contendo relação PB:EM acima do recomendado pelo NRC não observou-se efeito, mesmo quando o ganho de peso diário foi acima do limite superior sugerido em literatura (0,95 kg/d - 83 g/Mcal, CAPUCO et al., 1995; 1,2 kg/d - 68 g/Mcal, RADCLIFF et al., 1997).

Dobos et al. (2000) avaliaram o desenvolvimento mamário e a produção de leite na primeira lactação em novilhas alimentadas com dietas de alta energia com variações nos teores de proteína bruta e proteína não degradável no rúmen (PNDR). Maiores taxas de ganho de peso foram observadas nos tratamentos com alta PB (70 g PB/Mcal EM), seja para os tratamentos com baixa ou alta PNDR. O melhor padrão de desenvolvimento da glândula foi observado no tratamento com alta PB e baixa PNDR, embora não tenha ocorrido diferença significativa na produção de leite na primeira lactação.

Pesquisadores da Universidade de Michigan (WHITLOCK et al., 2002) sugerem que a relação proteína bruta: energia metabolizável da dieta não é o melhor preditor de resposta para desenvolvimento da glândula mamária, pois apenas 51% e 78% do ocorrido no tecido mamário e produção de leite poderiam ser explicadas por esta relação. Por outro lado, avaliando-se a relação proteína metabolizável: energia metabolizável esta apresentaria melhor acurácia de resposta para o tecido mamário (88%). Com base nesta informação, estes mesmos autores compararam dietas com baixa, média e alta relações de PM:EM (37, 41 ou 44 g PM/ Mcal EM) e não observaram diferença no ganho de peso (1,130; 1,170 e 1,180 Kg/d) e no conteúdo parenquimal mamário (595; 619 e 670 mg/100 kg PC). Concluindo, as recomendações para a relação proteína:energia contidas na nova edição do NRC (2001) são adequadas para bom desenvolvimento da glândula mamária.

Em estudos mais recentes, pesquisadores da Universidade de Cornell (MEYER et al., 2006a; MEYER et al., 2006b) avaliando fêmeas da raça Holandês do nascimento a puberdade, sugerem que o tecido adiposo mamário é diretamente influenciado pela

ingestão de nutrientes, diferentemente do que ocorre com o tecido parenquimal, e que a maior parte das variações observadas no conteúdo de DNA parenquimal é resultante de diferenças na idade de avaliação dos animais, e não do nível de ingestão de nutrientes. Por este motivo, as avaliações de desenvolvimento da glândula mamária devem ser feita durante todo o período alométrico de crescimento (3 meses a puberdade), e não em períodos pré-determinados (3 a 6 meses; 6 a 10 meses) evitando-se erros de interpretação de resultados.

2.5.3 Métodos para avaliação do desenvolvimento da glândula mamária

A avaliação do desenvolvimento da glândula mamária sempre despertou grande interesse nos diferentes profissionais ligados ao sistema de produção leiteira, no entanto, a maior parte das metodologias utilizadas para sua avaliação são laboriosas e de custos elevados.

No ano de 1981, o professor Allen Tucker da Universidade de Michigan publicou artigo de revisão descrevendo as principais técnicas utilizadas para quantificação do desenvolvimento mamário e suas implicações científicas. Ao longo deste capítulo muitas delas serão revistas e comentadas, e tecnologias atuais serão evidenciadas.

Até o início da década de 50, os métodos para avaliação do crescimento da glândula mamária consistiam-se basicamente em procedimentos histométricos. Em 1953, Kirkham; Turner apud Tucker (1987), em trabalho originalmente com cobaias laboratoriais, introduzem o conceito do uso do ácido desoxirribonucléico (DNA) com objetivo de quantificar o número de células mamárias. Sua utilização esta baseada nas observações que o conteúdo de DNA nas células mamárias é constante, e a relação entre DNA e área mamária total é elevada (MUNFORD, 1964; SINHA E TUCKER, 1966 apud TUCKER, 1969). Knight; Peaker (1982) ressaltam que cuidado deve ser tomado na condução e avaliação dos resultados, pois o método correto para avaliação das mudanças no número de células é por meio da avaliação no conteúdo de DNA total do tecido e não por avaliação da concentração de DNA, pois essa não expressa o tamanho da “população” celular.

Apesar da facilitação na investigação de fatores reguladores do desenvolvimento da glândula, esta técnica não permite a quantificação dos tipos celulares. E mudanças

ocorridas no total de DNA não refletiram necessariamente mudanças no número de células secretoras (TUCKER, 1987).

Munford (1964) apud Tucker (1969) relata que a quantidade de RNA em muitos tecidos está associada com a intensidade da síntese protéica dos mesmos, e que quando relacionada à glândula mamária, o conteúdo de RNA mamário aferido pode ser utilizado como índice da atividade funcional da glândula. Rees; Eversole (1964) apud Tucker (1987) demonstram que cálculos indiretos das quantidades relativas de células epiteliais, adipócitos e fibroblastos baseados nas medidas quantitativas de DNA, lipídio e conteúdo de hidroxiprolina (tecido conectivo – colágeno) podem ser realizados no parênquima mamário independentemente do estroma.

Buscando aprimorar as observações histológicas realizadas com auxílio de microscópio de luz Bargmann e Knopp (1959) e Holmann (1959) apud Tucker (1981), descrevem o uso da microscopia eletrônica nas avaliações do tecido mamário. A utilização da microscopia eletrônica permite a observação das estruturas básicas das organelas das células epiteliais mamárias, contribuindo para o entendimento dos efeitos hormonais na diferenciação dos tecidos (HOLMANN, 1974, apud TUCKER, 1981). Embora avaliações ultraestruturais não forneçam medidas diretas do total de células mamárias ou de organelas celulares, oferece vantagens em relação a métodos baseados no conteúdo de DNA total, pois pode-se distinguir os tipos celulares presentes nos tecidos e as características celulares histológicas quantificadas (TUCKER, 1987).

Munford (1964) apud Tucker (1981) relata que a adoção de uma única metodologia de aferição de desenvolvimento mamário acarretará em resultados estreitos, e que a forma ideal para descrição do desenvolvimento do tecido seria a combinação entre as técnicas histométricas e de avaliação do DNA. Desta forma ocorreria a quantificação da área e células mamárias, assim como sua diferenciação.

Traurig em 1967 apud Tucker 1987 propõe outra forma de avaliação do crescimento mamário a partir da quantificação da incorporação de timidina [^{3}H] no DNA das células mamárias, com o intuito de fornecer um índice da taxa de atividade mitótica de vários tipos celulares mamários. No entanto, devido à dificuldade de execução e

análise esta técnica impossibilita o seu uso em ensaios *in vivo* ou espécies domésticas de grande porte.

Técnicas *in vitro* são uma ferramenta valiosa na compreensão do controle hormonal, agentes reguladores e sítios de ligação da glândula mamária. Em relação às técnicas de bioensaio, Elias (1957) apud Tucker (1981) descreve que o cultivo isolado de tecido mamário explantado em meio de cultura permitiu que o efeito específico direto dos hormônios nos tecidos da glândula mamária pudesse ser elucidado. Porém como desvantagem a vida útil destes tecidos geralmente é inferior a cinco dias (MATITASHVILI, 1997).

A partir da década de 60, com base nos estudos desenvolvidos por Yalow e Berson (1960), a técnica de radioimunoensaio foi introduzida aos estudos de controle hormonal na glândula mamária. Esta possibilitou a aferição das concentrações de hormônios sanguíneos de forma mais precisa, utilizando-se a marcação de suas moléculas ou componentes químicos com isótopos radioativos. No entanto, precauções devem ser tomadas em sua avaliação, uma vez que a concentração sangüínea de determinado hormônio não reflete, necessariamente, a sua utilização pelos tecidos alvos, e sim o balanço existente entre suas taxas de secreção e remoção. Para evitar erros a interpretação da concentração hormonal deve ser realizada em relação ao estado fisiológico do animal (TUCKER, 1981).

Todos os métodos acima mencionados são considerados invasivos e requerem o abate do animal e/ou retirada da glândula mamária para análise. Em relação aos métodos pouco ou não evasivos, que não requerem o abate animal, a grande maioria é realizada por medidas indiretas.

A avaliação da produção de leite animal na primeira parição é a principal ferramenta utilizada por estudiosos na observação de possíveis comprometimentos no desenvolvimento da glândula mamária. Esta técnica baseia nas considerações de que diferentes taxas de crescimento animal acarretaram em proporção diferenciada dos tecidos. Apesar da relação entre produção de leite e desenvolvimento mamário ser elevada, esta técnica não permite quantificar os tecidos e o grau de prejuízo ocasionado a glândula mamária.

A coleta de tecido mamário a partir de biópsias do tecido mamário possibilita estimar o número e tipos celulares presentes no interior da glândula. Porém apresenta como desvantagem, que o número estimado de células deve ser associado com medidas do tamanho total da glândula mamária, além de possíveis estimações errôneas de acordo com os locais de coleta e o número de pontos coletados.

Lammers; Heinrichs; Kesinger (1999) propuseram que medidas de largura e comprimento dos tetos e úbere, assim como a distância entre os tetos dianteiros, traseiros e entre os mesmos poderiam ser utilizadas como indicativos do desenvolvimento dos ductos e tamanho total do úbere. Mudanças no comprimento dos tetos seriam indicativos do desenvolvimento do tecido secretor, enquanto alterações nas distâncias entre os tetos e largura do úbere, mudanças no tamanho do úbere.

O uso dessas medidas indiretas como indicativo do desenvolvimento mamário são eficientes para a avaliação do crescimento da glândula, pois se baseiam no conceito de que novilhas alimentadas com dietas para altas taxas de ganho de peso apresentam maior volume mamário devido à maior deposição de tecido adiposo extraparenquimal durante o desenvolvimento do úbere dos animais (LAMMERS; HEINRICHS, 2000).

O uso de imagens de ultrassonografia em estudos da glândula mamária de bovinos, ovinos e caprinos tem sido reportada em especial para aferição do comprimento e largura do teto, da cisterna ou observação de alterações nos tecidos decorrentes de processos inflamatórios, tal como mastite.

Bruckmaier; Blum (1992) relatam que a estrutura interna da glândula mamária, em especial a cisterna, pode ser avaliada por ultrassom de duas formas. A primeira requer a imersão do úbere em um recipiente com água, e a as imagens são tomadas com a *probe* pressionada contra o recipiente. Neste método a *probe* é posicionada lateralmente para cada quarto do animal avaliado e caudalmente no úbere, em ovinos e lateral ou ventralmente em cabras. O segundo processo, utilizado principalmente em caprinos, a *probe* é pressionada diretamente contra a superfície dorsal do ligamento suspensório caudal médio (RUBERTE ET AL., 1994) ou na dobra inguinal abdominal. Em ambos os procedimentos, o axis do canal do teto é utilizado como referência

(AYADI, 2003). No entanto, para animais na fase pré-púbere, não foram observados dados na literatura.

Referências

ABENI, F.; CALAMARI, L.; STEFANINI, L.; PIRLO, G. Effects of Daily Gain in Pre- and Postpubertal Replacement Dairy Heifers on Body Condition Score, Body Size, Metabolic Profile, and Future Milk Production. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.83, p.1468-1478, 2000.

AKERS, R.M. Lactogenic hormones: binding sites, mammary growth, secretory cell differentiation, and milk biosynthesis in ruminants. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.68, p.501-509, 1985.

ANRIQUE, R.G.; THONEY, M.L.; AYALA, H.J. Dietary energy losses of cattle inluenced by body type, syze, sex and intake. **Animal Production**, Nebrasca, v. 50, p. 467-474, 1990.

AYADI, M.; CAJA, G.; SUCH, X.; KNIGHT, C. Use of ultrasonography to estimate cistern size and milk storage at different milking intervals in the udder of dairy cows. **Journal of Dairy Research**, London, v. 70, p. 1-7, 2003.

BARASH, H.; BAR-MEIR, Y.; BRUCKENTAL, I. Effects of a low-energy diet followed by a compensatory diet on growth, puberty and milk production in dairy heifers. **Livestock Production Science,** Amsterdã, v.39, p.263-268, 1994.

BLACK, J.L. Animal growth and its regulation. **Journal Animal Science**, Lancaster, v. 66, suppl 3, p. 1-22, 1988.

BRUCKMAIER, R.M.; BLUM, J.M. B-de ultrasonography of mammary glands of cows, goats and sheep during α and β adrenerge against and oxysocin admistration. **Journal of Dairy Research**, United Kingdom, v. 59, p. 151-159, 1992.

CAPUCO, A.V.; SMITH, J.J.; WALDO, D.R..; REXROAD, C.E.Jr. Influence of prepupertal dietary regimen on mammary growth of Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 78, p. 2709, 1995.

CARDOSO, D.; NOGUEIRA, G.P. Mecanismos neuroendócrinos envolvidos na puberdade de novilhas. **Arquivos em Ciência Veterinária e Zoologia - Unipar***,* Umuarama, v. 10, n. 1, p. 59-67, 2007.

CHELIKANI, P.K.;AMBROSE, J.D.; KENNELY, J.J. Effect of dietary energy and protein density on body composition, attainment of puberty, and ovarian follicular dynamics in dairy heifers. **Theriogenology,** Amsterdã, v. 60, p. 707-725, 2003.

COLLIER, R.J.; Mcgrath, M.F.; BYATT, J.C.; ZURFLUH, L.L. Regulation of bovine mammary growth by peptide hormone: involvement of receptors, growth factors and biding proteins. **Livestock Production Science**, Amsterdã, v. 35, p. 21-33, 1993.

DAVIDSON, A. P; STABENFELT, G.H. Reprodução e Lactação: In: CUNNINGHAN, J.G. 2 ed. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. cap. 38:A Glândula mamária. Local:Editora, 1999. 528p.

DAY, M.L; IMAKAWA, K; WOLFE, P.L; KITTOK, R.J; KINDER, J.E. Endocrine mechanism of puberty in heifers. Role of hypothalamo-pituary estradiol receptors in the negative feedback of estradiol on luteinizing hormone secretion. **Biology reproduction,** Madison, v. 37, p. 1054-1065, 1987.

DOBOS, R.C.; NANDRA, K.S.; KILEY,K. FULKERSON, W.J., LEAN, I.J.; KELLAWAY, R.C. Effect of dietary protein level during the pr-pubertal period of growth on mammary gland developemnt and subsequent milk production in friesian heifers. **Livestock Production Science,** Amsterdã, v. 63, p. 235-243, 2000.

EVANS A. C. O.; CURRIE. W. D.; RAWLINGS. N. C. Effects of naloxone on circulating gonadotrophin concentrations in prepubertal heifers. **Journal of Reproduction and Fertility**, London, v. 96, p. 847-855, 1992.

EVANS, A. C. O.; ADAMS, G. P.; RAWLINGS, N. C. Endocrine and ovarian follicular changes leading up to the first ovulation in prepubertal heifers. **Journal of Reproduction and Fertility**, London, v. 100, p. 187-194, 1994.

FITZHUGH JR., H.A. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. **Journal of Animal Science**, Lancaster, v. 42, n.4, 1976.

FORTIN, A.; SIMPFENDORFER, S.; REID, J.T.; AYALA, H.J.; ANRIQUE, R.G.; KERTZ, A.F. Effect of level energy intake and influence of breed and sex on the chemical composition of cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 51, p. 604-614, 1980.

GABLER, M. T.; HEINRICHSS, A. J. Dietary Protein to Metabolizable Energy Ratios on Feed Efficiency andStructural Growth of Prepubertal Holstein Heifers. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 86, p. 268–274, 2003.

GARRET, W.N; JOHNSON, D.E. Nutritional energetics of ruminants. **Journal of Animal Science,** Savoy, v. 57, suppl. 2, p. 478-497, 1983.

HARRISON R.D; REYNOLDS J.P; LITTLE W. A quantitative analysis of mammary glands of dairy heifers reared at different rates of live weight gain. **Journal of Dairy Research,** London, 50, p.405, 1983.

HEINRICHS, A. J.; ROGERS, 0. W.; COOPER, J. B. Predicting Body Weight and Wither Height in Holstein Heifers Using Body Measurements. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.75, p.3576-3581, 1992.

HEINRICHS, A.J.; ERB, H.N.; ROGERS, G.W.; COOPER , J.B.; JONES, C.M. Variability in Holstein heifer heart-girth measurements and comparison of prediction equations for live weight. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdã, v.78, p. 333–338, 2007.

HEINRICHS, A.J.; HARGROVE, G.L. Standards of weight and height for Holstein Heifers. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.70, p. 653-660. 1987.

HEINRICHS, A.J.; LAMMERS, B.P. **Monitoring dairy heifer growth.** Pensilvania: PENNSTATE College of Agricultural Center, 1998. 12p.

HOFFMAN, P.; FUNK, D.A. Applied dynamics of dairy replacem,ent growth and management. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 75, p.2504-2516, 1992.

HURLEY, W.L. **Lactation biology:** mammary tissue lobules. 2002c, University of Illinois, Urbana-Champaign. Disponível em: <http://classes.aces.uiuc.edu/AnSci308/mamlobules.html> Acesso em: 20 maio 2007

JOHNSSON, I.D.; HART, I.C.; TURVEY, A. Pre-pubertal mammogenesis in the sheep. 3. The effects of restricted feeding or daily administration of bovine growth hromone and bromocriptine on mammary growth and morphology. **Animal Production,** Nebrasca, v. 42 p. 53-63, 1986.

KNIGHT, C.H.; PEAKER, M. Development of mammary gland. **Journal of Reproduction and Fertility**, London, v. 65, p. 521-536, 1982.

LAMMERS, B.P.; HEINRICHSS, A. J. The response of altering the ratio of dietary protein to energy on growth, feed efficiency, and mammary developemnt in rapdly growing prepubertal heifers**. Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 83 p. 977-983, 2000.

LAMMERS, B.P.; HEINRICHSS, A.J.; KENSINGER, R.S. The effect of accelerated growth rates and estrogen implants in pré-pubertal Holstein heifers on estimates of mammary development and subsequent reproduction and milk production. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 82, p. 1753-1764, 1999.

LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. **Growth on farm animals**. 2nd ed. . London: CABI publishing, 2002. 347p.

MACDONALD, K.A.; PENNO, J.W.; BRYANT, A.M.; ROCHE, J.R. Effect of feeding level Pre- and Post-Puberty and body weight at first calving on growth, milk production, and fertility in grazing Dairy cows**. Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.88. p. 3363-3375, 2005.

MANTYSAARI, P.; INGVARTSEN, K.L.; TOIVONEM, V.; SEJRSEN, K. The effect of feeding level and nitrogen source of the diet on mammary development and plasma hormone concentrations of pre-puberal heifers. **Acta Agricultural Scandinavian,** Sector A, Animal Science, Estolcomo, v. 45, p. 236-244, 1995.

MATITASHVILI, E.; BRAMLEY, A.J.; ZAVIZION, B. An *in vitro* approach to ruminant mammary gland biology. **Biotechnology Advances,** Amsterdã, v. 15, n.1, p. 17-41, 1997.

MEIGS, E.B. The energy requirements of dairy cows II. Is net energy or metabolizable energy the more useful index for practical purpose. **Journal Dairy Science,** Lancaster, v. 8, p. 523-536, n. 6, 1925.

MEYER, M.J.; CAPUCO, A.V.; ROSS, A.D.; LINTAULT, L.M.; VAN AMBURGH, M.E. Development and nutritional regulation of the pre-pubertal heifer mammary gland: I. Parenchyma and fat pad mass and composition. **Journal Dairy Science,** Lancaster, v. 89, p. 4289-4297, 2006.

MEYER, M.J.; CAPUCO, A.V.; ROSS, A.D.; LINTAULT, L.M.; VAN AMBURGH, M.E. Development and nutritional regulation of the prepubertal bovine mammary gland: II. Epithelial cell proliferation, parenchyma accretion rate and allometric growth. **Journal Dairy Science,** Lancaster, v. 89, p. 4298-4304, 2006.

MOE, P.W.; TYRELL, H.F.; FLATT, W. Energetics of body tissue mobilization. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 54, p.548-553, 1971.

MOE, P.W. Energy metabolism of Dairy cattle. **Journal of Dairy Science,** Lancaster, v. 64, p. 1120-1139, 1981.

MORAN, C.; QUIRKE, J.F.; ROCHE, J.F. Puberty in Heifers: A Review. **Animal Reproduction Science**, London, v. 18, p.167-182, 1989.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement in dairy cattle**. 6th ed. Washington: National Academy of Science, 1989. 381p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement in beef cattle.** 7th ed. Washington: National Academy of Science, 1996. 248p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement in dairy cattle.** 7th ed. Washington: National Academy of Science, 2001. 381p.

OLIVEIRA, D.E. Manejo e criação de bezerras e novilhas leiteiras, 2008. Departamento técnico Agroceres - Nutrição animal Disponível em: <http://www.agroceresnutricao.com.br/artigos/apostila_tec_bez_nov.pdf> Acesso em :12 abr. 2008.

OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factor that alter the growth and development of ruminants, **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 71, p. 3138-3150, 1993.

PERI, I.; GERTLER, A.; BRUCKENTAL, I.; BARASH, H. The effect of manipulation in energy allowance during the rearing period of heifers on hormone concentrations and milk production in first lactation cows. **Journal of Dairy Science,** Lancaster, v. 76, p. 742-751, 1993.

PETITCLERC, D.; CHAPIN, L.T.; TUCKER, H.A. Carcass composition and mammary development responses to photoperiod and plane of nutrition in Holstein heifers**.** **Journal of Animal Science,** Savoy, v. 58, p.913, 1984.

PURUP, S.; MANTYSAARI, P.; SEJRSEN, K. Effect of feeding level and nitrogen source of the diet on GH, IGF-I, and prolactin receptors in mammary and liver tissue from pre-puberal heifers. **Acta Agriculturae Scandinavian,** Sector A, Animal Science, Estolcomo, v. 49, p. 96-102, 1999.

PURUP, S.; SEJRSEN, K.; AKERS, R.M. Effect of bovine GH and ovariectomy on mammary tissue sensitivity IGF-I in prepubertal heifers**. Journal of Endocrinology,** v. 144, p.153-158, 1995.

PURUP, S.; SEJRSEN, K.; FOLDAGER, J.; AKERS, R.M. Effect of exogenous bovine growth hormone and ovariectomy on prepubertal mammary growth, serum hormones, and in vitro proliferative response of mammary explants from Holstein heifers. **Journal of Endocrinology**, London, v.19, p.139, 1993.

RADCLIFF, R.P.; VANDEHAAR, M.J.; SKIDMORE, A.L.; CHAPIN, B.R.; RADKE, J.W.; STAISIEWSKI, P.; TUCKER, H.A. Effect of diet and bST on heifer growth and mammary development**. Journal of Dairy Science,** Lancaster, v. 80, p 1996-2003, 1997.

RAWLING, N.C; EVANS, A.C.O; HONARAMOOZ, A; BARTLEWSKI, P.M. Antral follicle growth and endocrine changes in pré-pubertal cattle, sheep and goats. **Animal Reproduction Science, Orlando,** v. 78, p. 259-270, 2003.

REIS, G.L; RODRIGUES, F.H.M; TEODORO, R.L; FERREIRA, M.B; MARTINS, G.A; MONTEIRO, J.B.N; VALENTE, B.D; FRIDRICH, A.B; MEDALENA, F.E. Estimativa do peso vivo de novilhas mestiças leiteiras a partir de medidas corporais. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., 2004.Pirassununga. **Anais...** Pirassununga.2004. 1 CD-ROM.

RESENDE, K.T; TEIXEIRA, I.A.M.A; FERNANDES, M.H.M.R. Metabolismo de energia. In: BERCHIELLI, T.T; PIRES, A.V; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes,** Jaboticabal: FUNEP, 2006. 583p.

ROBINSON, T.J. Reproduction in cattle. In: COLE, H.H.; CUPPS, P.T. **Reproduction in Domestic Animals,** 3rd ed. New York: Academic Press, 1977. p. 433-441.

RUBERTE, J.; CARRETERO, A.; FERNÁNDEZ, M.; NAVARRO, M.; CAJA, G.; KIRCHNER, F.; SUCH, X.S. Ultrasound mammography in the lactating ewe and its correspondence to anatomical section. **Small Ruminant Research**, Amsterdãv. 13, p. 199-204, 1994.

SANDLES, L.D. E PEEL, C.J. Mammogenesis and first lactation milk yields of identical-twin heifer following pre-pubertal administration of bovine growth hormone. **Animal Production,** Nebrasca,v. 45, p.349-357, 1987.

SANDLES, L.D.; PEEL, C.J. Mammogenesis and first lactation milk yields of identical-twin heifers following pre-pubertal administration of bovine growth hormone, **Animal Production**, Nebraska, v. 44, p. 21-27, 1987.

SANTOS, F.A.P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T; PIRES, A.V; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes.** Jaboticabal: FUNEP, 2006. 583p.

SEJRSEN K. Relationships between nutrition, puberty and mammary development in cattle. *Procceding of Nutrition Society*, v. 53, 103p., 1994.

SEJRSEN, K.; FOLDAGER, J. Mammary growth and milk production capacity of replacement heifers in relation to diet energy concentration and plasma hormone levels**. Acta Agricultural. Scandinavian,** Sector A, Animal Science, Estolcomo, v. 42, p.99-105, 1992.

SEJRSEN, K.; HUBER, J.T.; TUCKER, H.A.; AKERS, R.M. Influence of Nutrition on Mammary Development in Pre- and postpubertal Heifers**. Journal of Dairy Science,** v. 65, p. 793, 1982.

SEJRSEN, K.; LARSON, J.B. Effects of silage:concentrate ratio on feed intake, growth rate and subsequent milk yield for early calving heifers**. Livestock Production Science,** Amsterdã, v. 4, p.313-325, 1977.

SEJRSEN, K.; PURUP, S.; VESTERGAARD, M.; FOLDAGER, J. High body weight gain and reduced bovine mammary growth: physiological basis and implications for milk yield potential. . **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.19, p. 93-104, 2000.

SEJRSEN, K.; PURUP, S; VESTERGAARD, M; WEBER, M.S., KNIGHT, C.H. Growth Hormone and mammary development. **Domestic Animal Endocrinology,** Amsterdã, p.170, 1999.

SEJRSEN, K; PURUP, S. Influence of Prepubertal Feeding Level on Milk Yield Potential of Dairy Heifers: A Review. **Journal of Animal Science,** Savoy, v. 75, p. 828-835, 1997.

SINHA, Y.N.; TUCKER, H.A. Mammary development and pituitary prolactin level of heifers from birth through puberty and during oestrus cycle. **Journal Dairy Science,** Lancaster, v. 52, p. 507, 1969.

TUCKER, H.A. Symposium Physiological limitation on milk production: Factors affecting mammary gland cell numbers. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 52, p. 720-727, 1969.

TUCKER, H.A. Physiological control of mammary growth, lactogenese and lactation. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 64, p. 1403-1421, 1981.

TUCKER, H.A. Symposium Mammary growth: Quantitative estimates of mammary growth during various physiological states: A review. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 70, p. 1958-1966, 1987.

TUCKER, H.A. Symposium Hormonal regulation of milk synthesis: Hormones, mammary growth and lactation: a 41-Year Perspective.**Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 83, p. 874-884, 2000.

VAN AMBURGH, M.E.; GALTON, D.M. Accelerated growth of Holstein heifers - Effects on lactation. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE, 1994.Ithaca**. Proceedings…** Ithaca, 1994. 1 CD-ROM

VANDEHAAR, M. J. Dietary protein and mammary development of heifers: Analysis from literature data**. Journal of Dairy Science,** Lancaster, v. 80 (Suppl. 1), p.216, 1997.

VARGA, G. A. Why use metabolizable protein for ration balancing? **Penn State Dairy cattle nutrition Workshop**. Grantville, p. 51-57, 2007.

VESTERGAARD, M.; PURUP, S.; HENCKEL, P.; TONNER, E.; FLINT, D.J.; JENSEN, L.R.; SEJRSEN, K. Effects of growth hormone and ovariectomy on performance, serum hormones, insulin-like growth factor bindinh proteins and muscle fiber properties of pre-pubertal Friesian heifers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 73, p. 3574-3584, 1995.

WHITLOCK, B.K.; VANDERHAAR, M.J.; SILVA, L.F.P.; TUCKER, H.A. Effect of dietary protein on prepubertal mammary development in rapidly growing dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, Lancaster,v. 85, p.1516-1525, 2002.

YALLOW, R.S.; BERSON, S.A. Immunoassay of endogenous plasma insulin in man. **Journal of Clinical Investigation**, v. 39, p. 1157-1175, 1960.

3 EFEITO DA RELAÇÃO PROTEÍNA METABOLIZÁVEL: ENERGIA METABOLIZÁVEL DA RAÇÃO SOBRE O DESENVOLVIMENTO CORPORAL E GLANDULA MAMÁRIA DE NOVILHAS MESTIÇAS HOLANDÊS-JERSEY SUBMETIDAS A ALTAS TAXAS DE CRESCIMENTO

Resumo

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da relação proteína metabolizável: energia metabolizável (PM:EM) em dietas baseadas em forrageiras tropicais e concentrado composto por co-produtos, formuladas para obtenção de altas taxas de crescimento durante o período pré-pubertal e sobre os parâmetros de crescimento e desenvolvimento da glândula mamária em novilhas Holandês-Jersey. Doze novilhas (idade média de 90 dias) foram alocadas em baias individuais com livre acesso a água e sombra. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em dois tratamentos, de acordo com a relação proteína metabolizável:energia metabolizável: controle (PM:EM = 39 g/Mcal); e alta relação (PM:EM = 44,5 g/Mcal) Quinzenalmente, os animais foram pesados, em balança mecânica, até a obtenção de peso corporal (PC) entre 280-300 kg, supostamente o peso para puberdade. Para avaliação do desenvolvimento corporal, no dia da pesagem foram tomadas medidas de altura de cernelha (AC) e largura da garupa (LG), utilizando-se régua com escala em centímetros, e perímetro torácico (PT) com auxílio de fita flexível, com escala em centímetros. Mensalmente, o tamanho e comprimentos dos tetos eram tomados, com auxílio de paquímetro com escalas em centímetros e amostras de sangue colhidas para determinação de glicose, N-uréico e progesterona. As relações PM:EM das dietas observadas no presente estudo (52,98 e 44,39 g/Mcal, controle e alta relação) foram superiores as inicialmente preditas pelo NRC (2001). O consumo médio dos animais foi 5,13±1,8 kg MS/d, não sendo observado efeito da relação PM:EM da dieta *(P*<0,05*)*. O PC e as medidas de desenvolvimento corporal das fêmeas foram crescentes ao longo do período experimental, não sendo observado efeito da relação PM:EM (*P*<0,05). Todas as medidas de crescimento apresentaram alto coeficiente de determinação quando considerados os efeitos lineares e quadráticos da variável dependente (idade). As medidas de desenvolvimento mamário foram crescentes ao longo do período experimental, não sendo observados efeitos da relação PM:EM (*P<0,05*). As concentrações plasmáticas de glicose foram decrescentes ao longo do período experimental, sendo observados efeitos significativos do tratamento e idade (P<0,05). Efeitos não significativos foram observados para a concentração de N-uréico e para a idade a puberdade, ocorrendo esta aos 10,6 e 11,4 meses, respectivamente para dietas de alta PM:EM e controle. As medidas de crescimento, desenvolvimento corporal e mamário não são influenciadas pela relação PM:EM da dieta, sendo os valores crescentes decorrentes do crescimento do animal. A formulação de dietas para novilhas pré-púberes com base nas exigências de relação PM:EM é eficiente, pois minimiza as possíveis deficiências de proteína que ocorrem ao longo do crescimento animal, em especial nos tecidos mamários e crescimento esquelético.

Palavras chaves: Crescimento acelerado; Parâmetros de crescimento; Puberdade

EFFECT OF DIET METABOLIZABLE PROTEIN: METABOLIZABLE ENERGY RATIO ON GROWTH PARAMETERS AND MAMMARY GLAND DEVELOPMENT OF CROSSBREED HOLSTEIN-JERSEY HEIFERS REARED ON ACCELERATED GROWING PROGRAM

Abstract

The aim of this trial was evaluate the effect of metabolizable protein: metabolizable energy (MP:ME) ratio on diets based on tropical grasses and concentrate composed by by-products, formulated to high growth rate during the prepubertal phase on growth parameters and mammary gland development of Holstein-Jersey heifers. Twelve heifers (90 days of average age) were housed in individual pens, with free access of water and shadow. Heifers were allocated on one of the two treatments, control (MP:ME = 39 g/Mcal) and high MP:ME ratio (MP:ME = 44.5 g/Mcal), according to a completely randomized statistical design. Biweekly, heifers were weighed on mechanic scale, until body weight reached 280-300 kg, supposedly weight to puberty. At the same day of weighing, measures of withers height (WH), hip width (HW), utilizing a scale ruler in centimeter, and heart girth (HG), using a flexible tape, with scale in centimeter, were taken. Monthly, size and length of teats were measured, using a caliper with scale in centimeter and blood sample were collected for plasma glucose, urea nitrogen and progesterone analysis. The diet MP:ME ratio observed were higher than those firstly predict by NRC (2001), with values of 44.39 and 52.98 g/Mcal, respectively for control and high MP:ME treatment. The average value of dry matter intake was 5.13±1.8 kg DM/d, with no statistical effect of diet MP:ME ratio *(P*<0.05*)*. Body weight and growth parameters measures were crescent along the experimental period but there were no statistical effects of diet MP:ME ratio *(P*<0.05*)*. All measurements of growth showed high coefficient of determination when linear and quadratic effects of the dependent variable (age) were considered. Measures of mammary gland development increased during the experimental period however no statistical effect of diet MP:ME ratio *(P*<0.05*)*. Plasma glucose concentrations decreased during experimental period and statistical effects were observed for age and treatment (P<0.05). Statistical effects were not observed for plasma N-ureic and progesterone, the age at puberty of treatments occurred on 10.6 and 11.4 months, respectively for high MP:ME and control. Despite the strong influence of diet protein and energy content, measurement of growth parameters and mammary gland development, were no influenced by diet MP:ME ratio, being the increasing values as result of animal growth. The formulation of diets for prepubertal dairy heifers based on MP:ME a requirement is efficient, since it minimizes the deficiencies of protein that could occur along animal growth phase, specially on mammary and skeletal tissue.

Keywords: Growth parameters; Puberty

3.1 Introdução

O sistema de criação de novilhas tem como principal objetivo produzir animais de alta qualidade para reposição de vacas e melhora no mérito genético do rebanho. Para que este fato ocorra de maneira economicamente viável, as metas de parição das fêmeas devem ser as mais precoces possíveis (20 a 24 meses) e com tamanho corporal que maximize a produção de leite e minimize os problemas de distocia. Porém, na maioria dos sistemas encontrados, o manejo dessa categoria animal é negligenciado, sendo disponibilizados pastos de baixo valor nutritivo, descuido com as condições sanitárias e de instalações, acarretando em maiores idades a puberdade (IP) e ao primeiro parto (IPP), elevando o custo de produção desta categoria e de todo o sistema de produção. Com intuito de maximizar os ganhos e reduzir custos, muitos produtores buscam taxas de crescimento muito elevadas neste período, o que reduz a IP e IPP, mas podem levar a redução da longevidade do animal, devido à maior peso a parição, acarretando em maior número de partos distócicos ou possíveis comprometimentos no desenvolvimento da glândula mamária.

O tamanho e a condição corporal das novilhas podem ser afetados pelo sistema nutricional empregado. Animais submetidos a dietas com alta densidade energética, apresentam elevado ganho de peso. Porém, se estas dietas forem deficientes em proteína, os animais apresentam baixo desenvolvimento corporal (menor altura na cernelha e perímetro torácico), apesar das altas taxas de ganho. Estudos demonstram que em dietas balanceadas, as taxas de crescimento acelerado parecem não influenciar o desenvolvimento corporal, em especial, em dietas balanceadas segundo a relação proteína: energia, devido ao incremento destas quando altas taxas de crescimento são impostas (LAMMERS; HERINCHS, 2000).

No entanto, o crescimento acelerado de novilhas pré-púberes é altamente influenciador do desenvolvimento dos tecidos mamários. A teoria clássica afirma que níveis dietéticos que resultem em ganhos de peso diários superiores a 600-700 g/d podem acarretar prejuízos no desenvolvimento mamário (SEJRSEN; PURUP, 1997). Entretanto, estudos mostram que estes ganhos podem ser superiores chegando a valores de 850 g/d (VANDEHAAR, 1997)

Dados dos últimos 25 anos evidenciam que o nível de alimentação durante a fase pré-púbere apresenta importante influência sobre o desenvolvimento e deposição dos diferentes tecidos componentes da glândula mamária. Inicialmente, sugeriu-se que este efeito era decorrente do consumo de dietas de alta densidade energética, no entanto, recentemente tem-se sugerido que a aplicação de altas taxas de ganho de peso com o emprego de dietas de alta densidade energética não tem efeito prejudicial sobre o desenvolvimento da glândula mamária, desde que a concentração de proteína na dieta também seja elevada, e a relação proteína bruta: energia metabolizável não seja inferior a 65g/Mcal. Contudo, a proteína bruta parece não ser o melhor preditor da resposta do desenvolvimento da glândula mamária, sendo a proteína metabolizável a fração de maior correspondência.

Os resultados dos estudos são variáveis no tocante ao desenvolvimento da glândula mamária em resposta à dieta na fase pré-púbere, este fato é decorrente de diferenças nos protocolos de avaliação utilizados nos experimentos, diferenças de raça e genótipo dos animais utilizados, idade dos animais durante o período experimental e composição da dieta em relação aos teores de proteína e energia.

A quase totalidade dos trabalhos gerados é baseada em fêmeas da raça Holandês, criadas em sistemas de produção de confinamento, alimentadas com dietas baseadas em volumosos de elevado valor nutricional e concentrados ditos nobres, e avaliadas em determinada fase do período pré-púbere, não havendo dados relativos a animais mestiços alimentados com volumosos de forrageiras tropicais (silagens ou fenos de forrageiras tropicais).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes relações de proteína metabolizável: energia metabolizável em dietas baseadas em forrageiras tropicais e concentrado composto por co-produtos, formuladas para obtenção de altas taxas de crescimento (1000g/d) durante o período pré-pubertal e sobre o desenvolvimento da glândula mamária em novilhas mestiças Holandês - Jersey.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido em instalações experimentais do tipo “Tie-Stall” pertencentes ao Departamento de Zootecnia – Setor de Ruminantes da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), durante o período de dezembro de 2006 a dezembro de 2007.

3.2.2 Delineamento experimental

Com aproximadamente 90 dias de idade, 12 novilhas mestiças Holandês-Jersey, pertencentes ao rebanho comercial do Departamento de Zootecnia – ESALQ/USP, apresentando pesos médios de acordo com o padrão racial igual a 60,0, 59,3 e 56,9 kg para animais F1 Holândes-Jersey, ¾ Jersey e ¾ Holandês, respectivamente, foram distribuídas em 2 tratamentos, com base na data de nascimento e peso ao nascer. Os animais foram alocados em baias individuais, com livre acesso a água e sombra (Figura 10).

Figura 10 – Visão geral das instalações experimentais

Os tratamentos experimentais constituíam-se de duas dietas, formuladas de acordo com as recomendações do NRC (2001), visando altas taxas de ganho de peso diário (1000g/d) até a puberdade (aproximadamente 300 Kg de peso vivo) com duas

relações proteína metabolizável (PM): energia metabolizável (EM), conforme Tabela 3. As dietas eram constituídas de 30% de feno de *Coast cross* moído e 70% de concentrado, composto basicamente de polpa cítrica e farelo de algodão. Após a puberdade os animais foram remetidos de volta ao rebanho de origem e submetidos ao manejo alimentar existente.

Os animais foram alimentados *ad libitum,* duas vezes ao dia e as sobras retiradas e pesadas, todas as manhãs, de forma a se obter o consumo da dieta, a verificação da seleção ou não da ração ofertada e a realização das correções de consumo permitindo no máximo 5% de sobra.

Tabela 3 - Composição das dietas experimentais

Ingredientes	**Tratamentos**	
	Controle	**Alta PM/EM**
Feno de *Coast cross (%)*	29,5	29,5
Farelo de algodão (%)	16,8	28,7
Polpa cítrica (%)	51,4	40,1
Uréia (%)	0,8	0,2
Mineral (%)	1,5	1,5
%PB	14,3	16,5
EM, Mcal/kg*	2,53	2,53
PB:EM g/Mcal*	56	65,2
PM/EM g/Mcal*	39	44,5

*Estimado pelo NRC (2001)

O feno foi moído em picadora estacionária para tamanho aproximado de 2 cm, objetivando-se evitar segregação da dieta.

3.3.3 Análises químico-bromatológicas

Amostras de feno e concentrado foram coletadas mensalmente ou a cada nova batida, moídas em moinhos do tipo Willey, com peneira de malha de 1mm, para posterior análise bromatológica. As determinações para matéria seca foram realizadas em estufa a 105º C, por um período de 12 horas e o extrato etéreo mensurado a partir de extração com éter petróleo por um período de 5 horas conforme metodologia proposta por Campos, Nussio e Nussio (2002). Os valores de PB foram obtidos por combustão rápida a gás, conforme método de Dumas, utilizando-se o utilizando-se o auto-analisador de nitrogênio Leco® (*LECO Corporation*, St Joseph, MI, EUA) modelo FP-2000. A fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) seguiu metodologia proposta por Van Soest, Robertson; Lewis (1991), fazendo uso de amilase e sulfito de sódio para as amostras de concentrado. As determinações de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), lignina e digestibilidade in vitro da matéria seca (DVIVMS) foram realizadas conforme metodologia descrita por Goering; Van Soest (1970). A energia bruta foi determinada por combustão em bomba calorimétrica Parr® (*Parr Instruments Company*, Moline, IL, EUA) modelo 1261.

O nitrogênio retido na parede celular e indigestível em soluções de detergente neutro (N FDN) e ácido (N FDA) foram determinados segundo metodologia proposta por Goering e Van Soest (1970), modificado para a leitura da porção nitrogenada, realizada por combustão rápida a gás, conforme método de Dumas, utilizando-se o auto-analisador de nitrogênio Leco® (LECO Corporation, St Joseph, MI, EUA) modelo FP-2000.

3.3.4 Cálculo da relação proteína:energia da dieta

Para a determinação da relação PM:EM das dietas, a proteína e a energia metabolizável foram calculadas segundo o NRC (2001). A energia metabolizável da dieta foi calculada segundo a eq. (1).

$$EM\ (Mcal/kg) = 1{,}01 \times ED\ (Mcal/kg) - 0{,}45 \qquad (1)$$

Onde:
EM – Energia metabolizável (Mcal/kg);
ED – Energia digestível (Mcal/kg);

Baseando-se no pressuposto que os teores brutos de NDT dos diferentes alimentos não são constantes, a energia digestível da dieta foi calculada multiplicando-se a concentração dos nutrientes digestíveis estimados por seu calor de combustão, como evidenciado na eq. 2.

$$ED\ (Mcal/Kg) = \left(\frac{DCNFv}{100}\right) \times 4{,}2 + \left(\frac{DFDNv}{100}\right) \times 4{,}2 + \left(\frac{DPBv}{100}\right) \times 5{,}6 + \left(\frac{AG}{100}\right) \times 9{,}4 - 0{,}3 \qquad (2)$$

Onde:
DCNFv – Digestibilidade verdadeira in vivo dos carboidratos não fibrosos;
DFDNv – Digestibilidade verdadeira in vivo da fibra insolúvel em detergente neutro;
DPBv – Digestibilidade verdadeira in vivo da proteína bruta;
AG – Ácidos graxos (AG = EE – 1);
4,2 – Calor de combustão para carboidratos;
5,6 – Calor de combustão para proteína;
9,4 – Calor de combustão para ácidos de cadeia longa;
0,3 – Energia metabólica fecal $(EDf\ (Mcal/kg) = 7 \times 0{,}044)$;

A digestibilidade dos carboidratos não fibrosos e fibrosos (eq. 3 e 4) foram determinadas utilizando-se as equações de Weiss et al (1992), conforme descrição do NRC (2001), respectivamente.

$$\mathbf{DCNFv} = \mathbf{0{,}98} \times (\mathbf{100} - [(\mathbf{FDN} - \mathbf{PIDN}) + \mathbf{PB} + \mathbf{EE} + \mathbf{MM}] \times \mathbf{FP} \quad (3)$$

$$\mathbf{DFDNv} = \mathbf{0{,}75} \times (\mathbf{FDNn} - \mathbf{L}) \times \left[\mathbf{1} - \left(\frac{\mathbf{L}}{\mathbf{FDNn}}\right)^{0{,}667}\right] \quad (4)$$

Onde:

L – Lignina;

FDN – Fibra insolúvel em detergente neutro;

PIDN – Nitrogênio insolúvel em detergente neutro;

MM – Matéria mineral;

FP – Fator de correção para processamento;

FDNn – N ligado a fração fibra (FDNn = FDN – PIDN)

Segundo as eq. 5 e 6 foram calculadas a digestibilidade verdadeira da proteína bruta da forragem e do concentrado utilizado.

$$\mathbf{PB\ forragem} = \mathbf{PB\ x\ exp}\left[-\mathbf{1{,}2} \times \left(\frac{\mathbf{PIDA}}{\mathbf{PB}}\right)\right] \quad (5)$$

$$\mathbf{PB\ concentrado} = \left[\mathbf{1} - (\mathbf{0{,}4}) \times \left(\frac{\mathbf{PIDA}}{\mathbf{PB}}\right)\right] \times \mathbf{PB} \quad (6)$$

A digestibilidade verdadeira dos ácidos graxos, para dietas com valores superiores a 1 foi calculada como AG = 1- EE, porém para aquelas que apresentavam valores inferiores a 1 a digestibilidade verdadeira foi considerado como zero (AG = 0).

Buscando-se averiguar se poderia ocorrer ou não uma sub/super estimação dos valores de energia utilizando-se os cálculos com base no NDT, o mesmo foi determinado (WEISS et al., 1992) assim como os valores de ED, respectivamente pelas equações 7 e 8, e a EM (equação 1).

$$\mathbf{NDT\ (\%) = DCNFv + DPBv + (DAGv \times 2{,}25) + DFDNv - 7} \quad (7)$$

$$\mathbf{ED\ (Mcal/Kg) = 0{,}04409 \times NDT\ (\%)} \quad (8)$$

Com relação às frações protéicas da dieta, a proteína metabolizável foi calculada segundo recomendações do NRC (2001), conforme eq. 9.

$$\mathbf{PM = PMB + PME + PNDRd} \quad (9)$$

Onde:

PM = Proteína metabolizável (g/d);

PMB = Proteína metabolizável bacteriana;

PME = Proteína metabolizável endógena;

PNDRd = Proteína não degradável do rúmen digestível (PNDR x digestibilidade - valor tabelar);

A proteína metabolizável de origem bacteriana e endógena foi calculada segundo as eq. 10 e 11.

$$\mathbf{PMB = 0{,}64 \times \left\{0{,}130 \times \left[NDT - \frac{((0{,}18 \times NDT) - 10{,}3) \times IMS)}{NDT}\right]\right\}} \quad (10)$$

$$\mathbf{PME = 0{,}4 \times [(1{,}9 \times IMS) \times 6{,}25]} \quad (11)$$

Onde:

PMB = proteína metabolizável bacteriana = 0,64 x PBM

PBM = proteína bruta microbiana = 0,130 x NDT (desconto para IMS)

% de desconto no NDT para IMS = $\left[\mathbf{NDT} - \frac{((0{,}18 \times \mathbf{NDT}) - 10{,}3) \times \mathbf{IMS})}{\mathbf{NDT}}\right]$

PME= proteína metabolizável endógena = 0,4 x PBE

PBE = N endógeno x 6,25

N endógeno (g/d) = 1,9 x IMS

3.3.5 Avaliação do desempenho e desenvolvimento corporal

Os animais foram pesados ao nascer e aos 90 dias para seleção das fêmeas, e quinzenalmente até a obtenção de um peso corporal entre 280-300 kg, supostamente o peso para puberdade, encerrando-se desta forma o período experimental. As pesagens foram realizadas antes do fornecimento da dieta do período da tarde, com auxílio de uma balança mecânica (Figura 11).

Figura 11 – Pesagem das novilhas em balança mecânica

Para avaliação do desenvolvimento corporal das novilhas, no dia da pesagem foram tomadas as medidas de altura de cernelha e largura da garupa, utilizando-se régua com escala em centímetros, e perímetro torácico com auxilio de fita flexível, com escala em centímetros (Figura 12).

Figura 12 – Aferição das medidas de largura da garupa, perímetro torácico e altura na cernelha

3.3.6 Coletas de sangue e metodologia analítica

Amostras de sangue foram coletadas mensalmente a partir dos 90 dias de vida por punção da jugular, com auxílio de tubos vacuolizados contendo fluoreto de sódio como antiglicolítico e EDTA de potássio como anticoagulante (Figura 13) para determinação de glicose, ácidos graxos não esterificados e N-uréico. As coletas para progesterona se iniciaram aos 150 kg, sendo realizadas mensalmente até 250 kg, quando passaram a ser realizadas quinzenalmente. As coletas foram realizadas duas horas após a refeição da manhã.

Figura 13 – Coleta sanguínea para análise plasmática

As amostras coletadas foram centrifugadas a 2000 *x g*, durante 20 minutos, a temperatura de 4º C. O plasma obtido foi armazenado em tubetes de plástico e mantidos em freezer para posteriores análises.

3.3.6.1 Determinação da glicose plasmática

As concentrações plasmáticas de glicose foram determinadas por leitura direta em autoanalisador bioquímico YSI 2700 (Biochemistry Analyser, Yellow Spring, OH, EUA). O equipamento realiza leitura direta em membrana com enzima glicose oxidase imobilizada, utilizando solução de dextrose com concentração de 2g/L como calibrador interno.

3.3.6.2 Determinação de Nitrogênio uréico (N-uréico)

As concentrações plasmáticas de N-uréico foram realizadas de acordo com metodologia de Chaney e Marbach (1962) descritas por Campos, Nussio e Nussio (2004). As amostras foram diluídas em 20 µL de solução padrão, com auxílio de pipeta automática. Posteriormente, 500 µL de solução de urease foram adicionados, permanecendo em banho-maria por aproximadamente 10 minutos. A seguir, foram adicionados 2 e 2,5 mL de reagente de hipoclorito e fenol, respectivamente, sendo os tubos agitados para nova incubação em banho-maria a 37º C por 10 minutos realizada. Com auxílio de pipeta, 200 µL de cada amostra foram colocados nos poços da microplacas, utilizando-se água deionizada como branco. A leitura foi realizada em espectofotometro com leitor de placa (BIO-RAD, Hercules, CA, EUA), utilizando-se filtro de 540nm.

3.3.6.3 Determinação de Progesterona

As concentrações de progesterona foram determinadas por kit comercial de radioimunensaio, específico para bovinos (Coat-A-count Progesterone PITKPG-7, Siemens Madical Solutions Diagnostics, Los Angeles, CA, EUA) e leitura em leitor de radiação gama Mini-Assay type 620 (Mini-instruments). Conforme sugerido por Buskirk et al (1996), o início da puberdade foi identificado quando a concentração de progesterona foi maior ou igual a 1,0 ng/mL.

3.3.6.4 Avaliação do desenvolvimento da glândula mamária

Como método de aferição indireta do desenvolvimento da glândula mamária, conforme sugerido por Lammers e Heinrichss (1999), mensalmente, o tamanho e comprimentos dos tetos eram tomados, com auxílio de paquímetro com escalas em centímetros (Figura 14).

Figura 14 – Aferição da altura (a) e largura dos tetos (b)

3.3.7 Delineamento estatístico

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado. Os dados coletados foram submetidos à análise para medidas repetidas no tempo. As estimativas de consumo, assim como as medidas de crescimento e desenvolvimento corporal e glândula mamária foram avaliadas como função linear com distribuição normal. Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento NLMIXED do pacote estatístico SAS (2006).

Os modelos mais adequados foram identificados utilizando-se como critério o valor de verossimilhança. As comparações entre os parâmetros dos modelos foram realizadas por meio de contraste, utilizando-se o teste F e significância de 1%.

3.4. Resultado e Discussão

3.4.1 Composição químico-bromatológicas e relações proteína:energia das dietas

A composição químico-bromatológica dos componentes da dieta (volumoso e concentrado) e da dieta experimental estão apresentados na Tabela 4.

Os valores de proteína bruta foram superiores ao inicialmente preditos pelo NRC (2001), este fato deve-se, provavelmente, a uma subestimação dos valores protéicos dos alimentos utilizados para formulação da dieta. Em relação aos carboidratos estruturais, os teores de FDN apresentaram valores inferiores ao inicialmente proposto (36,36 *vs* 40,56%; 36,87 *vs* 41,48%, respectivamente para dieta controle e de alta PM:EM). Por outro lado, os teores de FDA para as dietas controle e alta PM:EM foram, respectivamente 5,5% e 11,5% (1,47 e 2,92 unidades percentuais) superiores aos estimados no NRC (2001). Os valores de lignina não diferiram do inicialmente proposto. No tocante aos demais componentes (MS, MM, EE e EB) não foram observadas diferenças representativas entre as dietas experimentais.

Em relação ao valor nutritivo dos alimentos, pode-se afirmar que o volumoso utilizado foi de boa qualidade apresentando valores relativamente elevados de PB e médios de carboidratos estruturais e DVIVMS (50,06%). Os dados observados na literatura são bastante variáveis, sendo dependentes da época de colheita, processamento da forrageira no processo de fenação e armazenamento dos fardos.

Em estudo conduzido por Hopkins; Whitlow (1993), estes autores afirmam que para animais em crescimento a proteína é um dos nutrientes de maior importância, pois quando em níveis adequados garantirá adequado crescimento e desenvolvimento corporal.

As exigências de proteína sugeridos pela atual edição do NRC gado leiteiro (NRC 2001) para novilhas de 3, 6 e 12 meses são, respectivamente, 18%, 16% e 14% PB. Os valores observados no presente estudo foram suficientes para o atendimento das exigências animais durante o período de crescimento.

Tabela 4 **-** Composição químico-bromatológica das dietas experimentais

		Concentrado		**Dieta**	
	Feno *Coast cross*	**Alta PM:EM**	**Controle**	**Alta PM:EM**	**Controle**
MS, %	90,48	90,55	89,22	90,51	89,50
MM, %	6,31	8,14	7,44	7,59	7,10
PB, %	11,6	22,0	16,8	18,9	15,3
EE, %	0,92	1,85	2,08	1,57	1,73
FDN, %	65,33	24,68	23,94	36,87	36,36
FDA, %	37,08	24,55	22,68	28,3	26,99
NFDN, %	1,39	1,51	1,59	1,47	1,53
NFDA, %	44,65	30,24	1,05	0,97	0,97
Lignina, %	6,58	3,84	3,3	4,66	4,28
EB, cal/g	3731,98	3688,7	3663,96	3826,33	3684,36

Nutriente dieta:(((30*%Nutriente Feno)/100) + ((70*%Nutriente Concentrado)/100));

VandeHaar (1998) relata que embora seja comum a avaliação de dietas baseadas na porcentagem de proteína bruta na matéria seca, os animais necessitam de porcentagens especificas de calorias dietéticas advindas de proteína. Por este motivo, em dietas onde a concentração energética é aumentada, os teores de proteína também devem ser elevados. Possibilitando desta forma, energia e proteína suficientes para crescimento máximo.

De maneira mais incisiva Lammers; Gabler; Heinrichs (2002) afirmam que nas edições recentes do NRC (2001) as exigências de proteína, em especial de proteína metabolizável, para novilhas leiteiras são imprecisos, pois foram desenvolvidos com base em estudos conduzidos na década de 70 com novilhas de corte, e estas apresentam metabolismo e composição corporal diferentes dos animais criados para fins leiteiros. Relatam ainda, que o balanceamento de dietas baseadas principalmente nos teores de PB e PM proporcionariam dietas com teores insuficientes de proteína. Para minimizar esse efeito sugerem o uso de um método alternativo, a relação PB:EM,

sendo esta mais correlacionada a taxa de crescimento do que ao peso corporal do animal.

Na Tabela 5 podem ser visualizadas as relações de PB:EM das dietas experimentais, assim como os valores de energia digestível e metabolizável. Os valores para a relação PB:EM foram superiores aos inicialmente preditos pelo NRC gado leiteiro (2001) em decorrência dos maiores valores observados para os teores de proteína bruta.

Para animais em crescimento, o NRC (2001) prediz relações de PB:EM de 64 a 87 g/Mcal, para fêmeas até 6 meses de idade e 48 a 55 g/Mcal, para fêmeas com idade superior a 6 meses. O presente estudo optou por adotar uma única relação ao longo do período experimental. As relações estimadas encontram-se de acordo com recomendações presentes no NRC gado leiteiro (2001).

Tabela 5 – Relações PB:EM e PM:EM, e Energias digestível e metabolizável das dietas experimentais calculadas segundo (NRC, 2001)

	Dieta	
	Alta PM:EM	**Controle**
PM (g/d)	674,36	510,47
ED (Mcal/kg)	2,9	2,89
EM (Mcal/kg)	2,36	2,36
NDT (%)	65,28	66,64
PB:EM (g/Mcal)	80,04	64,83
PM:EM (g/Mcal)	52,98	44,39

[1]calculado segundo NRC (2001);

Dados de literatura anteriores a edição do NRC (2001) mostram que as relações de PB:EM exigidas pelos animais eram superiores aos recomendadas pela edição de 1989 (GABLER; HEINRICHS, 2003; ABENI et al., 2000; VAN AMBURGH et al., 1994; RADCLIFF et al., 1997; KERTZ, 1987 e BAGG, 1985). Lammers; Heinrichs (2000) relatam que o melhor sinergismo entre os teores de proteína e energia foram observados quando a relação era de 60-63 g de PB para 1 Mcal EM/kg, em valores

muito superiores é relatado linearização do crescimento, ou seja, ausência de resposta em teores mais elevados de proteína, e inferiores comprometimento principalmente do tecido secretor da glândula mamária.

Apesar da relação PB:EM ser eficiente na estimativa da exigência protéica de animais em crescimento, e as predições observadas na edição do NRC (2001) serem consideradas ideais e não proporcionarem efeitos deletérios no desenvolvimento mamário, sua acurácia na predição das respostas observadas no tecido mamário é baixa.

VandeHaar (2004) e Whitlock et al. (2002) sugerem que a formulação de dietas para fêmeas submetidas a crescimento acelerado devem levar em consideração a relação proteína metabolizável: energia metabolizável (PM:EM) da dieta. É sugerida a avaliação segundo a PM da dieta, devido à maior acurácia na predição de respostas do tecido mamário, e uma vez que sua exigência é suprida, ocorre um maior aporte de proteína para formação do tecido parenquimal e efeitos deletérios no desenvolvimento mamário serão minimizados ou não observados.

A relação PM:EM da dietas experimentais podem ser visualizadas na Tabela 5. Os valores observados foram superiores aos inicialmente propostos pelo NRC (2001). Em trabalho desenvolvido por Whitlock et al. (2002), avaliando 3 relações de PM:EM (37; 39 e 44 g/Mcal) não foram observados efeitos significativos da relação proteína-energia sobre o desenvolvimento mamário, embora a dieta com maior teor protéico (44 g/Mcal) tenha resultado em aumento de 10% no DNA parenquimal mamário. As relações encontradas no presente estudo (52,98 e 44,39 g/Mcal) evidenciam que a dieta não acarretaria em efeitos deletérios no desenvolvimento do tecido mamário.

3.4.2 Consumo de matéria seca

O consumo médio dos animais foi 5,13±1,8 kg MS/d, não sendo observado efeito da relação PM:EM *(P*<0,05*)*. O CMS foi crescente durante todo o período experimental (Figura 15), acompanhando o crescimento das fêmeas. Não eram esperadas diferenças estatísticas no consumo dos animais, já que a densidade energética das dietas foi similar e os valores de FDN baixos, desta forma o controle do consumo ocorreria por mecanismo quimiostático.

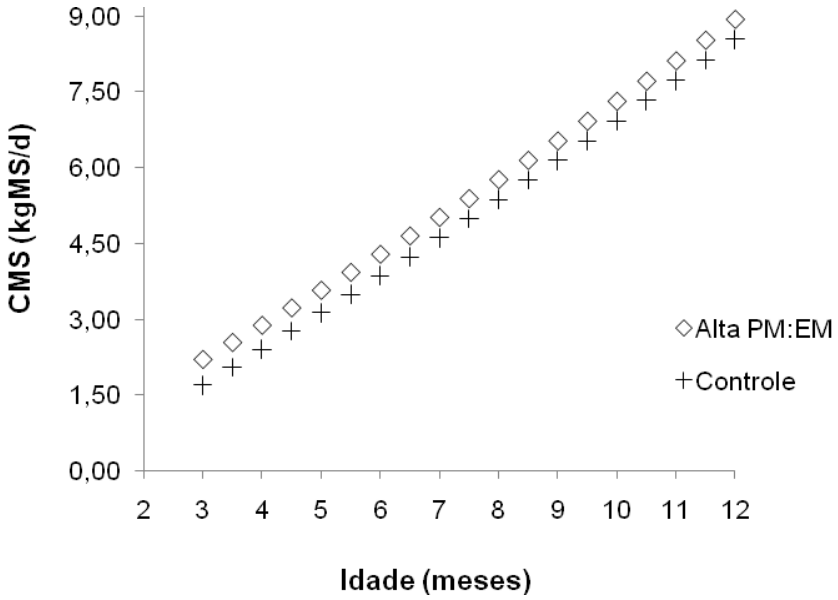

Figura 15 – Consumo médio de matéria seca (kgMS/d) em função da idade para os tratamentos de alta PM:EM e controle

As recomendações de CMS relatadas no NRC (2001) para animais em crescimento propõem consumo médio de 5,2 kgMS/d, para animais puros da raça Holandês. Valores similares aos encontrados no presente estudo. Da mesma forma, em estudo conduzido por Peri et al. (1993), os animais submetidos aos tratamentos com densidade energética de 2,4 e 2,75 Mcal/kg e consumo dentro das recomendações do NRC e *ad libitum*, respectivamente, apresentaram médias de CMS similares ao observado nesse estudo (5,3 e 6,2 kg/d).

Em estudo conduzido por Bagg et al. (1985), o autor relata que o consumo de matéria seca não foi afetado pelo tratamento (teor de proteína), embora tenha ocorrido uma tendência para bezerras com maior inclusão de proteína na dieta apresentarem maior CMS. Este mesmo efeito foi observado no presente estudo, à dieta de maior relação PM: EM, e por conseqüência maior teor de proteína, apresentou consumo ligeiramente superior ao tratamento controle, porém como evidenciado anteriormente não houve diferenças estatísticas entre ambos.

Segundo o NRC (2001), estimativas acuradas do CMS são importantes na formulação das dietas buscando-se otimizar o uso dos nutrientes e reduzir os custos de

produção. No entanto, para ruminantes, a complexidade dos fatores reguladores (fatores físicos, metabólicos, quimiostáticos e ambientais) dificultam predições consistentes e muitas das equações complexas propostas, apesar de não representar adequadamente todos esses fatores, podem ser utilizadas em sua predição. Uma das formas de estimativa do consumo pode ser realizada por meio de análises de regressão, onde as variáveis de interesse são incluídas no modelo, buscando-se uma relação funcional entre elas.

Equações de predição foram geradas com auxílio de análises de regressão a fim de melhor predizer o CMS das novilhas ao longo do período experimental (Figura 15). Estas apresentaram elevado índice de determinação (R^2 = 0,86) quando considerados os efeitos quadráticos da variável dependente (idade). Para o tratamento de alta relação PM:EM o consumo pode ser predito pela seguinte equação: CMS = 0,009*idade^2 + 0,61*idade+ 0,29; para o tratamento controle a equação descrita é: CMS = 0,006*idade^2 + 0,66*idade+ 0,35.

As equações mostram uma relação de causa e efeito, onde com o avançar da idade do animal o seu consumo é aumentado. Não é observado um platô na curva de predição, pois o período experimental correspondeu ao período de crescimento dos animais (3 a 12 meses) e foi finalizado anteriormente ao período de estabilização do consumo e final do crescimento das novilhas (~30 meses).

3.4.3 Desempenho e desenvolvimento corporal

O peso corporal das fêmeas foi crescente ao longo do período experimental (Figura 16), com valores médios de 144,88±68,7 kg, não sendo observado efeito da relação PM:EM (P<0,05). Equações de predição foram geradas buscando-se maior acurácia na estimativa do peso corporal das novilhas ao longo do período experimental (Figura 16). Estas apresentaram elevado índice de determinação (R^2 = 0,98) quando considerados os efeitos da variável dependente (idade). O peso médio predito pela equação (153,31±60,1) foi ligeiramente superior ao observado, no entanto não foram observadas diferenças estatísticas entre estes valores (P<0,05).

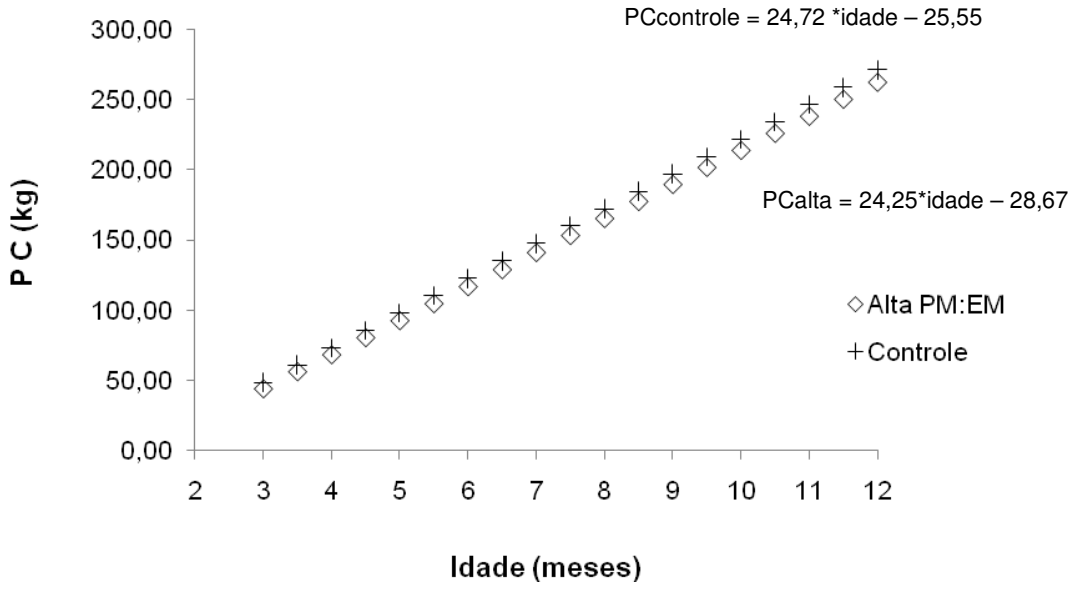

Figura 16 – Peso corporal (PC) médio (kg) em função da idade para os tratamentos de alta PM:EM e controle

O peso corporal das novilhas foi inferior ao recomendado por Head (1992), para todas as idades. No entanto, as recomendações estão baseadas em rebanhos da raça Holandês, e as fêmeas utilizadas no experimento são mestiças Holandês–Jersey, e apresentam menor tamanho corporal quando comparados a animais puros. Por outro lado, quando observado a recomendação para Jersey, o peso é superior, a partir do sexto mês de idade (Tabela 6).

Tabela 6 - Comparação entre o peso corporal sugerido para as raças puras e o observado em animais mestiços em diferentes idades

Idade	Peso Corporal, kg		
Meses	**Holandês[1]**	**Jersey[2]**	**Observado[3]**
3 a 5	80 – 140	70 – 105	46 – 95
6 a 10	141 – 245	116 – 176	120 – 218
11 a14	246 – 350	193 – 241	242 – 316

[1]Large Dairy Herd Management (Head, 1992)

[2]Management of Dairy Heifers (Heinrichss;Lammers, 1998)

A idade é um importante fator balizador na criação de fêmeas de reposição, porém o conhecimento do peso corporal das fêmeas ao longo do período de criação é de fundamental importância, uma vez que o sucesso do programa reprodutivo é dependente desta característica e não da idade. Assim, elevações ou reduções na taxa de crescimento podem ser realizadas, buscando-se um animal mais ou menos precoce.

Em relação ao perímetro torácico, os valores foram crescentes ao longo do período experimental (Figura 17), apresentando valor médio de 121,55±17,98 cm, não sendo observado efeito da relação PM: EM (P<0,05). Equações de predição foram geradas para estimativa do perímetro torácico das novilhas ao longo do período experimental (Figura 17). Estas apresentaram elevado índice de determinação (R^2 = 0,98) quando considerados os efeitos quadráticos da variável dependente (idade). O perímetro torácico predito pela equação (119,67±17,8) foi ligeiramente inferior ao observado, no entanto não foram observadas diferenças estatísticas entre estes valores (P<0,05).

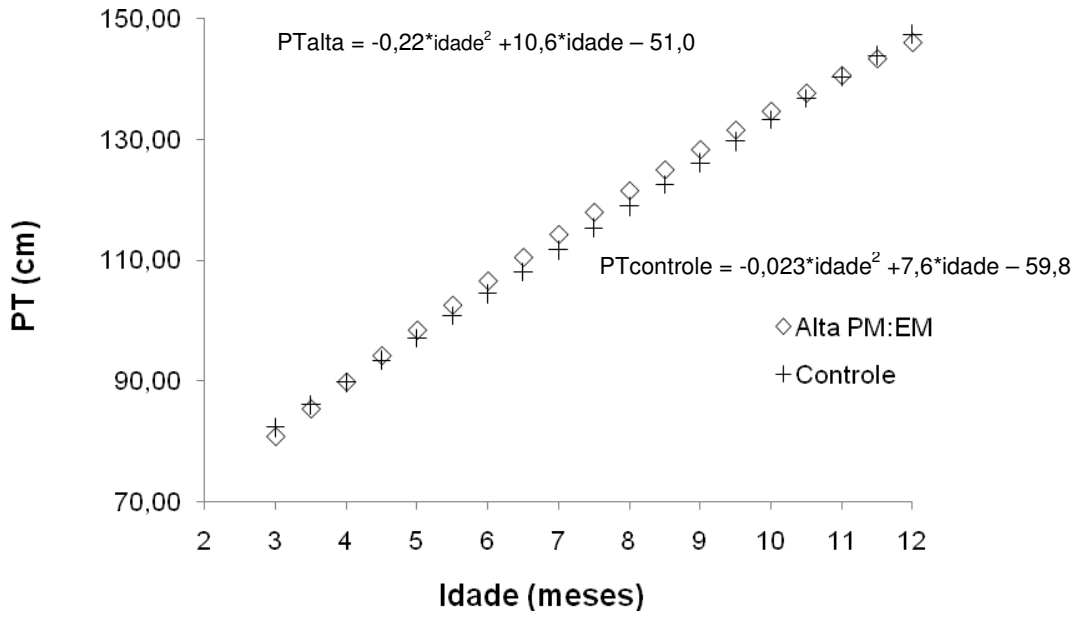

Figura 17 – Perímetro torácico (PT) médio (cm) em função da idade para os tratamentos de alta PM:EM e controle

Em estudo conduzido por Bortone e colaboradores (1994), não foram observados efeitos do tratamento imposto (exigência animal – NRC ou 15% superior) sobre os parâmetros de desenvolvimento corporal para fêmeas pré-púberes puras da raça Holandês. No entanto, Barash; Bar-Meir; Bruckental (1994) avaliando os efeitos do teor energético da dieta sobre as medidas de crescimento observaram efeitos significativos do tratamento sobre essas características. Da mesma forma como ocorrido para PC, os valores observados encontram-se abaixo do recomendado na literatura para animais da raça Holandês puros (Tabela 7).

Tabela 7 - Comparação entre o perímetro torácico sugerido para as raças puras e o observado em animais mestiços em diferentes idades

Idade	Perímetro torácico, cm	
Meses	**Bortone et al. (1994)**	**Observado**
3	104,0	81,56
6	124,4 – 126,0	105,5
9	137,0 – 142,0	127,24
12	151,0 – 163,5	146,70

As medidas de altura na cernelha foram crescentes ao longo do período experimental (Figura 18), com valores médios de 98,25±10,12 cm, não sendo observado efeito da relação PM:EM (P<0,05). Para melhor avaliação do crescimento das fêmeas, equações de predição foram geradas (Figura 18). Estas apresentaram elevado índice de determinação (R^2 = 0,98), quando considerados os efeitos da variável dependente (idade). A altura na cernelha predita pela equação (97,28±10,36) foi ligeiramente inferior ao observado, no entanto não foram observadas diferenças estatísticas entre estes valores (P<0,05).

Os valores de AC observados foram inferiores aos recomendados por Heinrichs; Lammers (1998) e Bortone et al. (1994) avaliando rebanhos americanos da raça Holandês (Tabela 8). Da mesma maneira como observado com as variáveis anteriores, não foi observado efeito do tratamento, corroborando com os dados da literatura, que mostram não haver efeito da relação proteína:energia sobre os parâmetros de crescimento

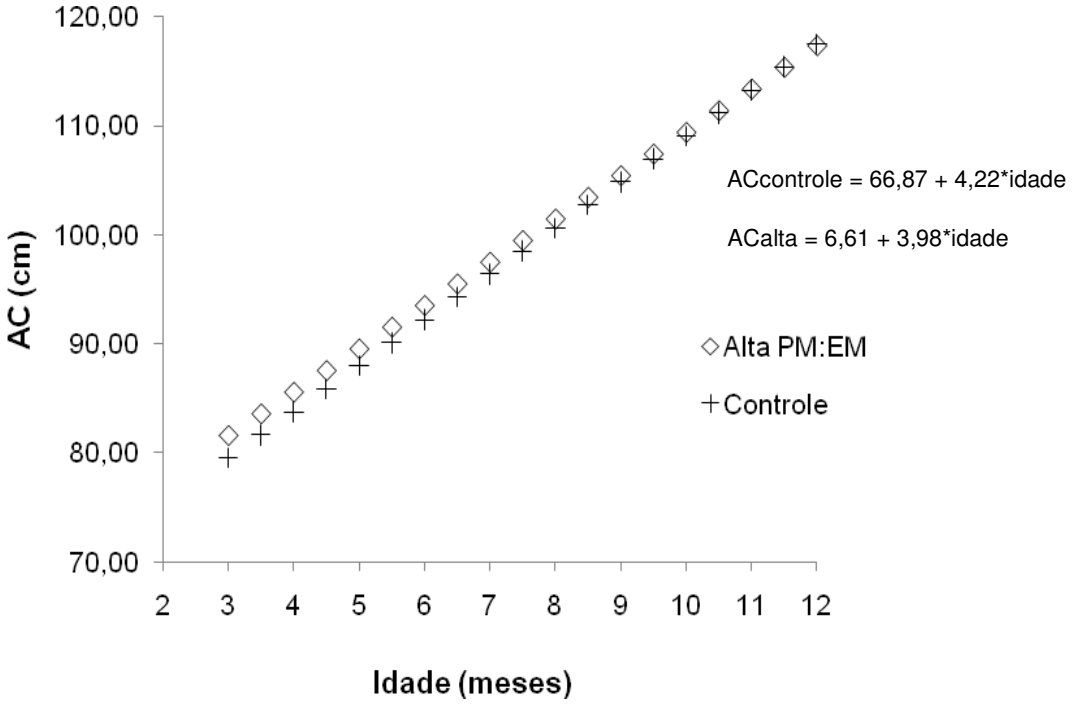

Figura 18 - Altura na cernelha média (cm) em função da idade para os tratamentos de alta PM:EM e controle

Tabela 8 - Comparação dos valores médios de altura na cernelha (cm) recomendados na literatura e os observado em animais mestiços em diferentes idades

Idade	**Altura na cernelha, cm**		
Meses	**PENNSTATE[1]**	**Bortone et al (1994)**	**Observado**
3	89,4 – 94,2	85,0	80,5
6	101,1 – 106,7	101,0	92,84
9	110,2 – 116,1	110,0	105,1
12	117,6 – 123,2	116,0	117,4

[1]Management of Dairy Heifers - PENNSTATE (Heinrichss;Lammers, 1998)

Em consideração as medidas de largura da garupa, os valores foram crescentes ao longo do período experimental (Figura 19), apresentando valor médio de 29,75±5,24 cm, não sendo observado efeito da relação PM: EM (*P*<0,05). Equações de predição foram geradas para maior acurácia na estimativa da largura da garupa ao longo do período experimental (Figura 19). Estas apresentaram elevado índice de determinação (R^2 = 0,95), quando considerados os efeitos quadráticos da variável dependente (idade). A largura da garupa predita pela equação (28,89±5,26) foi ligeiramente inferior ao observado, no entanto não foram observadas diferenças estatísticas entre estes valores (*P*<0,05).

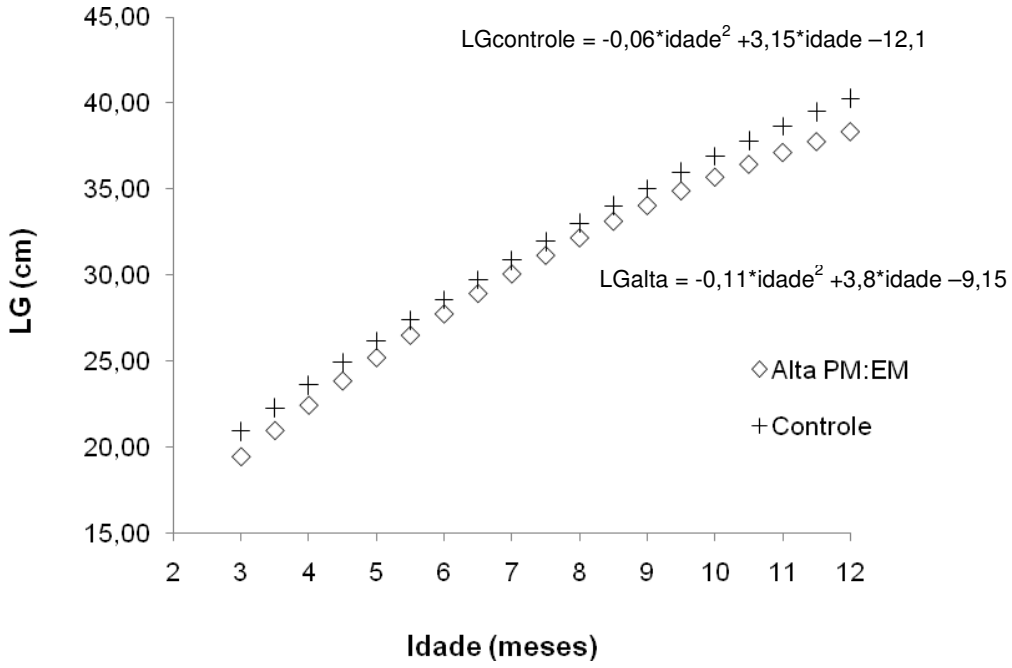

Figura 19 - Largura da garupa média (cm) em função da idade para os tratamentos de alta PM:EM e controle

Em estudo conduzido por Shamay et al (2005) com novilhas da raça Holandês, os valores observados são ligeiramente superiores ao encontrados no presente estudo, para todas as idades (Tabela 9).

Tabela 9 - Comparação dos valores médios de largura na garupa (cm) recomendados na literatura e os observado em animais mestiços em diferentes idades

Idade	Largura da garupa, cm	
Meses	**Shamay et al(2005)**	**Observado**
6	32,1 – 33,7	28,2
9	37,4 – 38,3	34,5
11	39,4 – 40,5	37,9

Diferentemente do observado no presente estudo, Lammers; Heinrichss (2000) relatam que elevações na relação proteína bruta: energia metabolizável da dieta (61:1; 54:1; 46:1), resultaram em aumentos lineares das taxas de crescimento estrutural de 13 a 18%, sendo sua resposta 3,5 a 8,5% maior quando comparada ao ganho de peso diário, sugerindo que elevações na relação PB:EM aumentam o crescimento do tecido magro.

Por outro lado, dados na literatura (WHITLOCK et al., 2002; BORTONE et al., 1994) suportam a idéia de que os parâmetros de crescimento esquelético são pouco influenciados pelo tratamento, sendo uma resposta do potencial genético do animal estando intimamente relacionado ao ganho de peso diário e peso corporal do animal. No entanto, em estudo conduzido por Shamay et al. (2005), os autores sugerem a existência de um mecanismo compensatório para crescimento esquelético (avaliados por medidas de AC, LG), em animais que sofreram algum tipo de restrição alimentar no primeiro trimestre/semestre de vida, não sendo observados efeitos para crescimento de massa corporal. Estes autores relatam ainda que alterações no teor de proteína dietética são respondidas mais sensivelmente por mudanças no peso corporal do que em medidas de crescimento esquelético.

Dados de estudo realizados pela *Penn State* e *ADM Alliance Nutrition,* relatados por VandeHaar (2002), confirmam que novilhas alimentadas com dietas deficientes em proteína mostraram-se menores (menor altura na cernelha) do que o esperado e com excesso de escore condição corporal. Evidenciando uma vez mais a importância das avaliações das medidas de crescimento esqueléticos dos animais, a partir dos valores

observados pode-se afirmar que quantidades suficientes de proteínas foram fornecidas aos animais.

Com base nisto, pode afirmar que os animais do presente experimento não sofreram restrições protéicas ao longo do seu crescimento, pois como observado anteriormente, as avaliações de crescimento e desenvolvimento corporal foram semelhantes aos considerados como ideais.

3.4.4 Ganho de peso diário

As fêmeas obtiveram peso diário médio de 803,87±356,97 g/d, não sendo observados efeitos significativos entre os tratamentos experimentais ($P<0,05$), idade do animal ($P<0,05$) e interação entre o tratamento e a idade do animal ($P<0,05$). Os valores médios observados foram inferiores ao proposto inicialmente (1000 g/d) pelo NRC (2001), porém superiores ao limites descritos como críticos na literatura (600 a 700 g/d) em relação ao desenvolvimento mamário de novilhas pré-púberes.

Uma explicação plausível para os menores valores para o GPD observado pode ser decorrente do potencial genético de ganhos dos animais utilizados no experimento, uma vez que o CMS observado foi similar ao predito, assim como, as exigências de energia e proteína foram superiores aos recomendados pelo NRC (2001).

3.4.5 Concentração plasmática de glicose, N-uréico e progesterona

A concentração de glicose plasmática foi decrescente ao longo do período experimental, apresentando valor médio durante o período experimental de 75,97±3,11 mg/dL, sendo observados efeitos significativos da relação PM:EM e idade dos animais ($P<0,05$). Os animais submetidos à dieta de maior relação PM:EM podem ter apresentado maior queda na concentração de glicose, devido ao maior gasto energético para metabolização da proteína excedente, quando comparado as fêmeas submetidas ao tratamento controle. Este efeito pode ser notado nas taxas de ganho de peso e peso corporal dos animais, fêmeas submetidas ao tratamento controle apresentaram peso corporal numericamente maior do que fêmeas submetidas ao tratamento de alta PM:EM.

Em relação às concentrações plasmáticas de nitrogênio uréico não foram observados efeitos significativos da relação PM:EM da ração e idade dos animais (*P*<0,05). Esta variável apresentou concentração média ao longo do período experimental de 19,84±3,62 mg/dL.

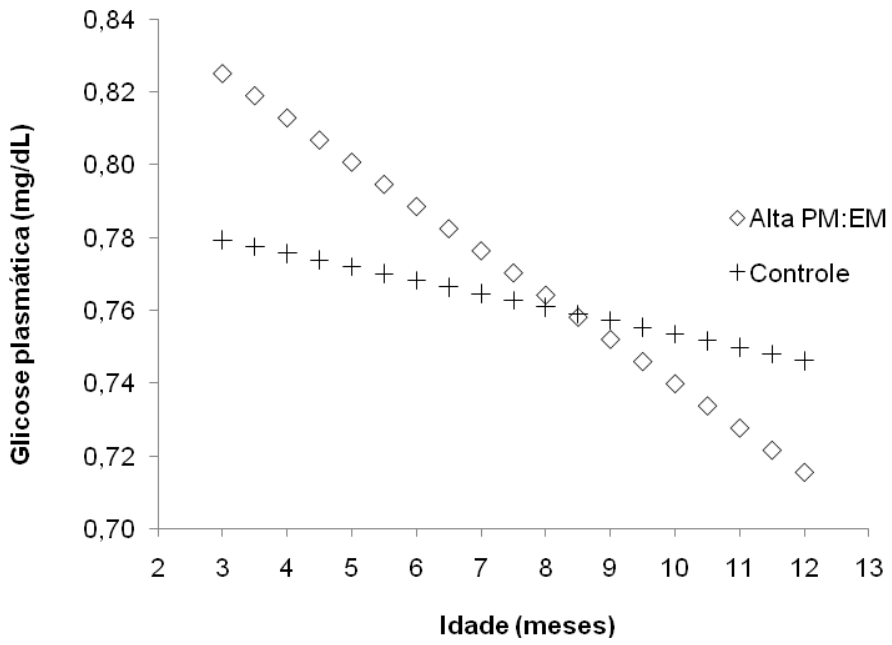

Figura 20 – Concentração média de glicose plasmática (mg/dL) em função da idade para os tratamentos de alta PM:EM e controle

Como esperado em rações com níveis elevados de proteína, os valores de N-uréico foram elevados. O valor médio observado encontra-se muito próximo ao considerado máximo (20mg/dL), onde efeitos deletérios poderiam ocorrer no tocante à reprodução destas fêmeas. No entanto dados de literatura mostram que fêmeas submetidas a dietas de alta densidade protéica, apresentando valores de N-uréico superiores ao considerado ótimo não apresentaram redução na taxa ovulatória e de concepção (CARROL et al., 1988; HOWARD et al., 1987).

A idade média a puberdade das fêmeas submetidas às dietas de alta relação PM:EM e controle foram 10,66±0,385 e 11,36±0,43 dias, respectivamente, no entanto não foram observados efeitos significativos do tratamento experimental sobre essa variável (*P*<0,05).

A idade a puberdade é variável com a raça e o padrão alimentar das fêmeas, em animais de raças leiteiras de grande porte a puberdade ocorre aproximadamente entre 250 e 300 Kg, e para raças de pequeno porte entre 170 e 220 Kg. No presente estudo o peso médio dos animais a puberdade foi 225,94 e 246,36 kg, respectivamente para os tratamentos de alta relação PM:EM e controle.

Observando-se a taxa de crescimento dos animais, fêmeas submetidas ao tratamento controle apresentaram peso corporal superior ao das fêmeas alimentadas com dietas de alta relação PM:EM. No entanto, o início a puberdade ocorreu mais precocemente (21 dias) nos animais submetidos a dietas de alta PM:EM, mas como comentado anteriormente não foram observados efeito significativo do tratamento.

3.4.6 Desenvolvimento mamário

As medidas de comprimento dos tetos foram crescentes ao longo do período experimental com comprimentos médios para os tetos dianteiros e traseiros de 0,79±0,23 e 0,77±0,21 cm (Figuras 21 e 22), não sendo observados efeitos da relação PM:EM ($P<0,05$). Equações de predição foram geradas para maior acurácia na estimativa do comprimento dos tetos ao longo do período experimental, estas apresentaram alto índice de determinação (R^2 = 0,79 e 0,77, respectivamente para comprimento dos tetos dianteiro e traseiro) quando considerados os efeitos quadráticos da variável dependente (idade). O comprimento predito pela equação (0,82±0,26 e 0,80±0,25, respectivamente para comprimento dos tetos dianteiro e traseiro) foram similares aos observados.

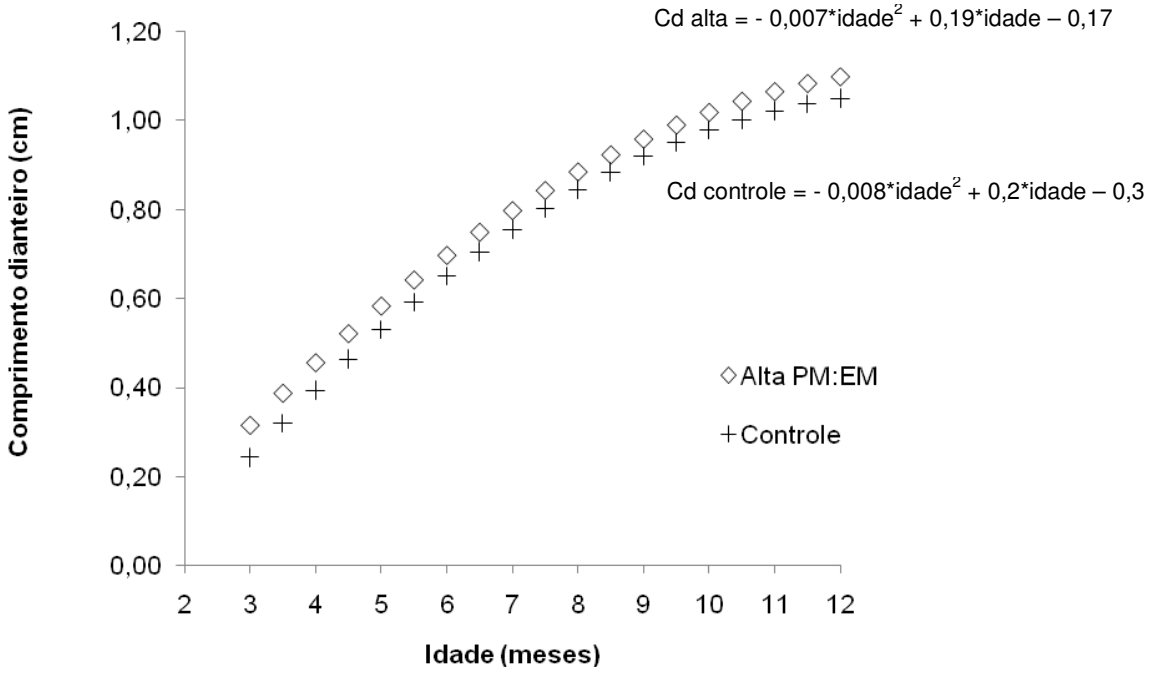

Figura 21 - Comprimento médio dos tetos dianteiros (cm) em função da idade para os tratamentos de alta PM:EM e controle

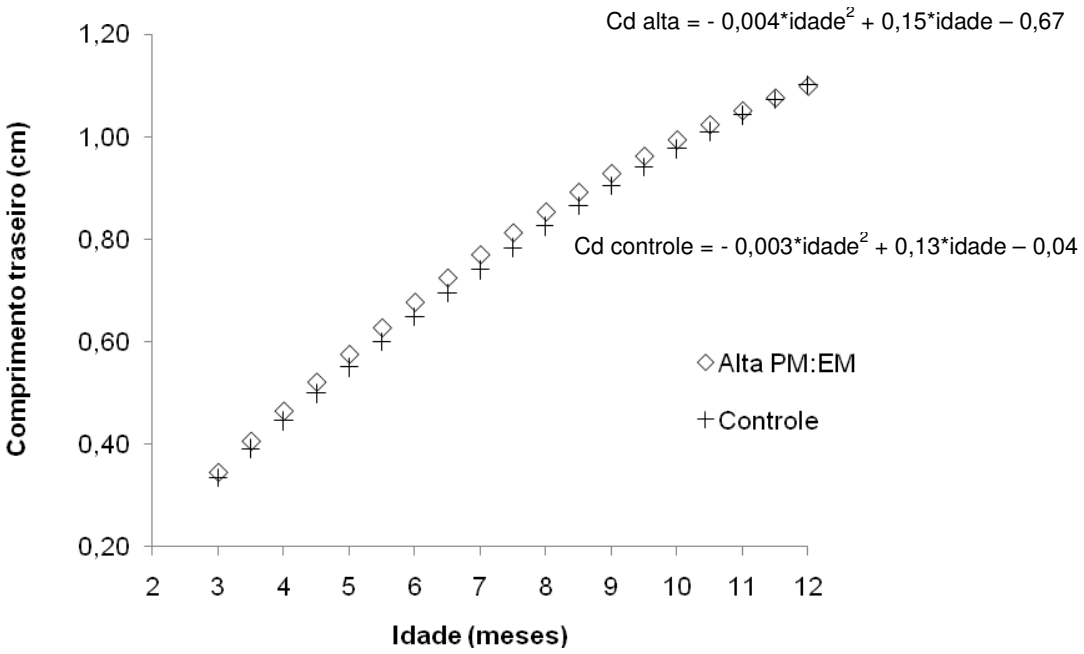

Figura 22 - Comprimento médio dos tetos traseiros (cm) em função da idade para os tratamentos de alta PM:EM e controle

As medidas de largura dos tetos dianteiros e traseiros foram crescentes ao longo do período experimental com larguras médias para os tetos dianteiros e traseiros de 1,61±0,42 e 1,59±0,44 cm (Figuras 23 e 24), não sendo observados efeitos da relação PM:EM (P<0,05). Equações de predição foram geradas para maior acurácia na estimativa da largura dos tetos ao longo do período experimental, estas apresentaram alto índice de determinação (R^2 = 0,86 e 0,82, respectivamente para largura dos tetos dianteiros e traseiros) quando considerados os efeitos quadráticos da variável dependente (idade). A largura predita pela equação (1,69±0,26 e 1,54±0,38, respectivamente para largura dos tetos dianteiros e traseiros) foi similar ao observado.

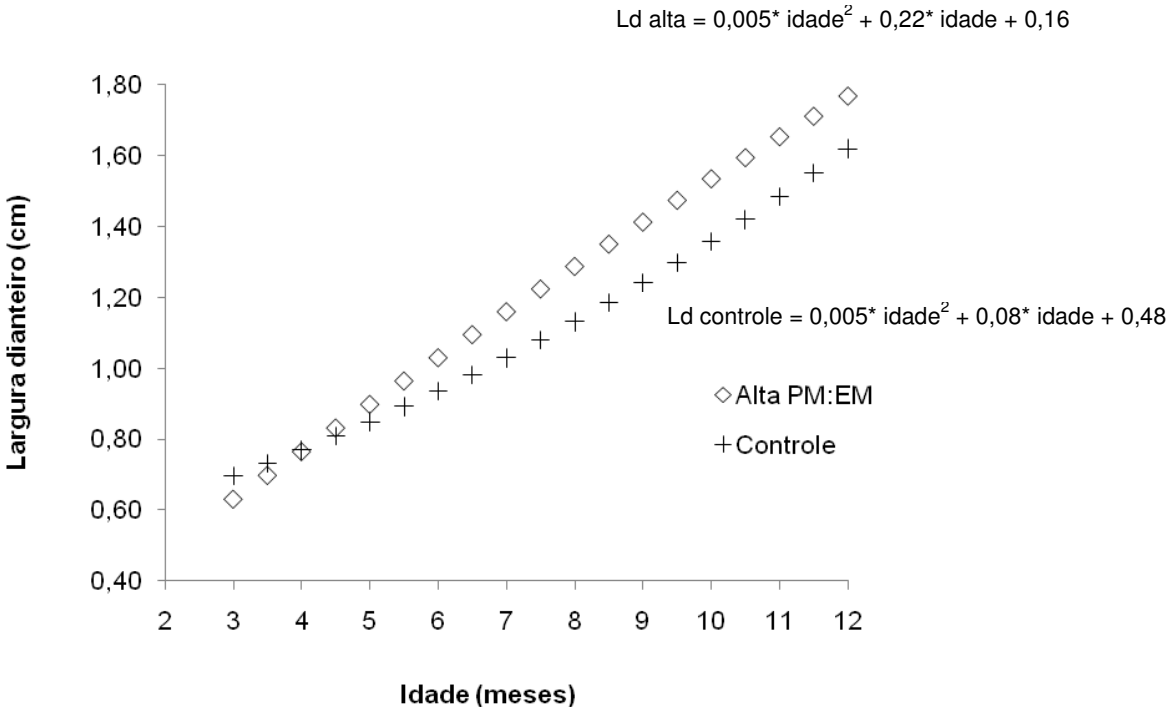

Figura 23 - Largura média dos tetos dianteiros (cm) em função da idade para os tratamentos de alta PM:EM e controle

O aumento no comprimento e largura dos tetos observados são resultantes do crescimento do animal, e não dos efeitos de proteína, energia e relação proteína:energia da dieta. Resultados semelhantes são relatados por Lammers; Heinrichss; Kensinger (1999). No entanto, em estudo conduzido por Lammers; Heinrichss (2000) foram observados aumentos na taxa de crescimento (comprimento) dos tetos traseiros e dianteiros na ordem de 38 e 35%, respectivamente.

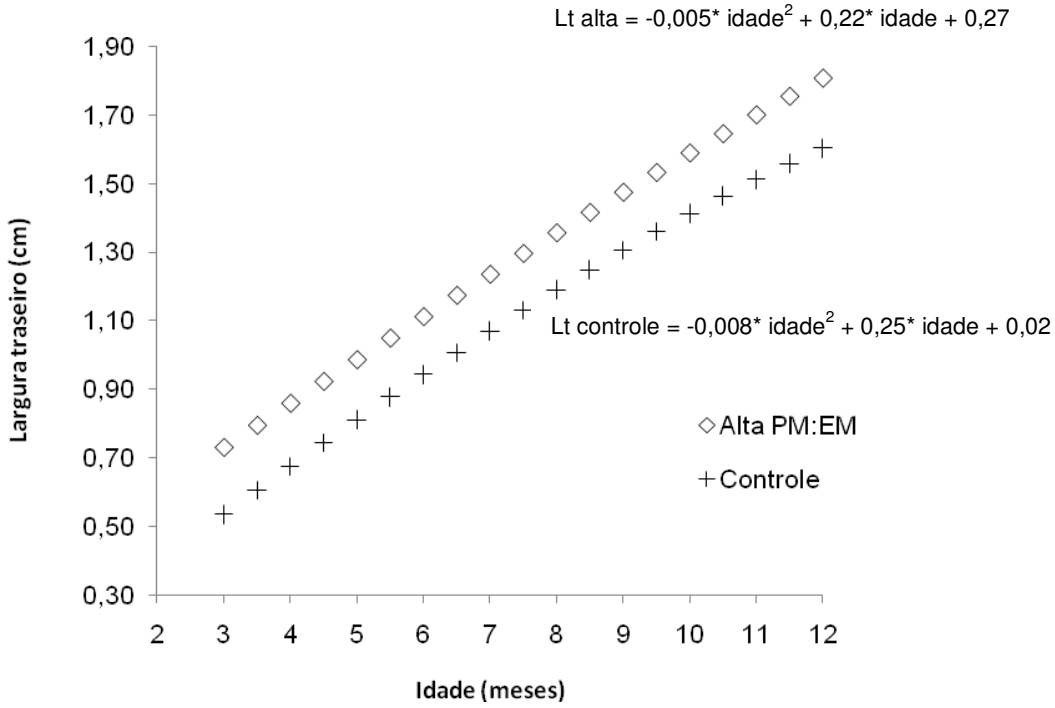

Figura 24 - Largura média dos tetos traseiros (cm) em função da idade para os tratamentos de alta PM:EM e controle

Por outro lado, VandeHaar (2004) relata que o comprimento dos tetos pode não ser uma boa medida de desenvolvimento mamário, pois em fêmeas submetidas a dietas com alto teor de proteína, o comprimento médio inicial dos tetos era pequeno, e mantiveram-se pequenos até o final do período experimental. Com base em estudos realizados por sua equipe na universidade de Michigan, é indiscutível que o comprimento dos tetos realmente aumente com o crescimento do animal, mas não foi possível observar correlações existentes entre essa medida e a massa parenquimal.

3.5 Conclusão

A adoção de uma única relação PM:EM para o período pré-púbere mostrou-se eficiente, uma vez que as relações propostas atenderam as exigências animais. As medidas de crescimento e desenvolvimento corporal apesar de serem fortemente influenciadas pelo teor de proteína ou energia da dieta, não são influenciadas pela relação PM:EM da dieta.

Apesar de estudos comprovarem a eficiência do uso das medidas de comprimento e largura dos tetos, a avaliação dessas medidas parece ser pouco influenciada pela relação proteína:energia (PM:EM) da dieta, sendo os valores crescentes decorrentes do crescimento do animal.

A formulação de dietas para novilhas pré-púberes com base nas exigências de relação PM:EM é eficiente, pois minimiza as possíveis deficiências de proteína que ocorrem ao longo do crescimento animal, em especial nos tecidos mamários e crescimento esquelético.

Referências

ABENI, F.; CALAMARI, L.; STEFANINI, L.; PIRLO, G. Effects of Daily Gain in Pre- and Postpubertal Replacement Dairy Heifers on Body Condition Score, Body Size, Metabolic Profile, and Future Milk Production. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.83, p.1468-1478, 2000.

AOAC, Official methods of analysis (15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, V.A. 1990.

BAGG, J.G.; GRIEVE, D.G.; BURTON, J.H.; STONE, J.B. Effect of protein on growth of Holstein heifer calves from 2 to 10 months. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 68, p. 2929-2939, 1985.

BARASH, H.; BAR-MEIR, Y.; BRUCKENTAL, I. Effects of a low-energy diet followed by a compensatory diet on growth, puberty and milk production in dairy heifers. **Livestock Production Science,** Amsterdã, v.39, p.263-268, 1994.

BORTONE, E.J.; MORRIL, J.L.; STEVENSON, J.S.; FEYERHERM, A.M. Growth of heifers fed 100 or 115% of National Research Council Requirements to 1 year of age and then changed to another treatment. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 77, p.270-277, 1994.

BUSKIRK, D.D.; FAULKNER, D.B.; IRELAND, F.A. Subsequent productivity of beef heifers that received creep feed for 0, 28, 56, or 84 days before weaning. **Professional Animal Science**, Irlanda, v. 12. p. 37, 1996.

CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. **Métodos de análise de alimentos**. Piracicaba: Fealq, 2004. 135p.

CARROL, D.J.; BARTON, B.A.; ANDERSON, G.W.; SMITH, R.D. Influence of protein intakeand feeding strategy on reproductive performance of Dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 71, p. 3470-3481,1988.

GABLER, M. T.; HEINRICHSS, A. J. Dietary Protein to Metabolizable Energy Ratios on Feed Efficiency andStructural Growth of Prepubertal Holstein Heifers. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 86, p. 268–274, 2003.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. Forage fiber analysis. **Agricultural Research Service.** Washington, D.C: ESDA, 1970 (Handook, 379,)

HEAD, H.H. Heifer performance standardas: Rearing systems, growth rates and lactation. In: VAN HORN, H.H.; WILCOX, C.J. **Large dairy herd management**, Champaing,, 1992. p. 826.

HEINRICHS, A.J.; HARGROVE, G.L. Standards of weight and height for Holstein Heifers. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.70, p. 653-660, 1987.

HEINRICHS, A. J.; ROGERS, 0. W.; COOPER, J. B. Predicting Body Weight and Wither Height in Holstein Heifers Using Body Measurements. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.75, p.3576-3581, 1992.

HEINRICHS, A.J.; LAMMERS, B.P. **Monitoring Dairy heifer growth**. Pensilvania: PENNSTATE College of Agricultural Center, 1998. 12p.

HEINRICHS, A.J.; ERB, H.N.; ROGERS, G.W.; COOPER , J.B.; JONES, C.M. Variability in Holstein heifer heart-girth measurements and comparison of prediction equations for live weight. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdã, v.78, p. 333–338, 2007.

HOPKINS, B.A.; WHITLOW, L.W. **Feeding dairy heifers from weaning to calving**. ANS-01-203. 1993. Disponível em: <http://www.cals.nesu.edu/an_sci/extension/dairy/203-dp65.pdf> acesso em : 22 abr. 2009.

HOWARD, H.J.; AALSETH, E.P.; ADAMS, G.D.; BUSH, L.J.; McNEW, R.W.; DAWSON, L.J. Influence of dietary protein on reproductive performance of Dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 70, p.163-1571, 1987.

KERTZ, A.F.; PREWITT, L.R.; BALLAM, J.M. Increased weight gain and effects on growth parameters of Holstein heifers calves from 3 to 12 months of age. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 70, p.1612-1622, 1987.

LAMMERS, B.P.; HEINRICHSS, A.J.; KENSINGER, R.S. The effect of accelerated growth rates and estrogen implants in pré-pubertal Holstein heifers on estimates of

mammary development and subsequent reproduction and milk production. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 82, p. 1753-1764, 1999.

LAMMERS, B.P.; HEINRICHSS, A. J. The response of altering the ratio of dietary protein to energy on growth, feed efficiency, and mammary developemnt in rapdly growing prepubertal heifers**. Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 83 p. 977-983, 2000.

LAMMERS, B.P. Optimal protein and energy levels for heifers. *Proceeding of Tri-State Dairy Nutrition Conference,* Fort Wayne, IN, p. 71-80, 2002.

MANTYSAARI, P.; INGVARTSEN, K.L.; TOIVONEM, V.; SEJRSEN, K. The effect of feeding level and nitrogen source of the diet on mammary development and plasma hormone concentrations of pre-puberal heifers. **Acta Agricultural Scandinavian,** Sector A, Animal Science, Estolcomo, v. 45, p. 236-244, 1995.

MATITASHVILI, E.; BRAMLEY, A.J.; ZAVIZION, B. An *in vitro* approach to ruminant mammary gland biology. **Biotechnology Advances,** Amsterdã, v. 15, n.1, p. 17-41, 1997.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirement in Dairy Cattle. 6th ed. Washington: National Academy of Science, 1989. 381p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirement in Dairy Cattle. 7th ed. Washington: National Academy of Science, 2001. 381p.

PERI, I.; GERTLER, A.; BRUCKENTAL, I.; BARASH, H. The effect of manipulation in energy allowance during the rearing period of heifers on hormone concentrations and milk production in first lactation cows. **Journal of Dairy Science,** Lancaster, v. 76, p. 742-751, 1993.

PETITCLERC, D.; CHAPIN, L.T.; TUCKER, H.A. Carcass composition and mammary development responses to photoperiod and plane of nutrition in Holstein heifers**. Journal of Animal Science,** Savoy, v. 58, p.913, 1984.

RADCLIFF, R.P.; VANDEHAAR, M.J.; SKIDMORE, A.L.; CHAPIN, B.R.; RADKE, J.W.; STAISIEWSKI, P.; TUCKER, H.A. Effect of diet and bST on heifer growth and mammary development**. Journal of Dairy Science,** Lancaster, v. 80,p. 1996-2003 1997.

SEJRSEN, K; PURUP, S. Influence of Prepubertal Feeding Level on Milk Yield Potential of Dairy Heifers: A Review. **Journal of Animal Science,** Savoy, v. 75, p. 828-835, 1997.

SHAMAY, A.; WERNER, D.; MOALLEM, U.; BRUCKENTAL, I. Effect of nursing management and skeletal size at weaning on puberty, skeletal growth rate, and milk production during first lactation of dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 88, p. 1460-1469, 2005

VAN AMBURGH, M.E.; GALTON, D.M. Accelerated growth of Holstein heifers - Effects on lactation. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE, 1994.Ithaca,**Proceedings….** Ithaca, 1994. 1 CD-ROM .

VANDEHAAR, M. J. Dietary protein and mammary development of heifers: Analysis from literature data**. Journal of Dairy Science,** Lancaster, v. 80 (Suppl. 1), p.216. 1997.

VANDEHAAR, M. J. How to achieve accelerated heifer growth. In: TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE, 1998. Fort Wayne. **Proceeding…** Fort Wayne, 1998. p. 153-174,

VANDEHAAR, M. J. Energy and Protein in the 2001 Dairy NRC: Challenges for ration formulation program. .In: TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE, 2002. Fort Wayne. p. **Proceeding…** Fort Wayne, 2002. p. 81-98.

VANDEHAAR, M. J. How fast should heifers growth? .In: TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE, 2004. Fort Wayne. p. **Proceeding…** Fort Wayne, 2004 p. 91-106.

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

VESTERGAARD, M.; PURUP, S.; HENCKEL, P.; TONNER, E.; FLINT, D.J.; JENSEN, L.R.; SEJRSEN, K. Effects of growth hormone and ovariectomy on performance, serum hormones, insulin-like growth factor bindinh proteins and muscle fiber properties of pre-pubertal Friesian heifers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 73, p. 3574-3584, 1995.

VICINI, J.L.; BUONOMO, F.C.; VEENHUIZEN, J.L.; MILLER, M.A.; CLEMMONS, D.R.; COLLIER, R.J. Nutrient balance and stage of lactation affect responses of insulin, insulin-like growth factors I and II, and insulin-like growth factors-biding protein to somatotropin administration in dairy cows. **Journal of Nutrition,** London, v. 121, p.1656, 1991.

WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; PIERRE, N.R. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science Technologies**, Amsterdã, v. 39, p. 95-110, 1992.

WHITLOCK, B.K.; VANDERHAAR, M.J.; SILVA, L.F.P.; TUCKER, H.A. Effect of dietary protein on prepubertal mammary development in rapidly growing dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, Lancaster,v. 85, p.1516-1525, 2002.

4 USO DE MEDIDAS INDIRETAS PARA ESTIMAÇÃO DO PESO CORPORAL DE NOVILHAS PRÉ-PÚBERES MESTIÇAS HOLANDÊS-JERSEY

Resumo

Este estudo teve o objetivo de gerar equações de estimação do peso corporal de novilhas pré-púberes Holandês-Jersey a partir de medidas de desenvolvimento corporal, e comparar os valores gerados pelas equações com os valores mensurados em balança mecânica e com a equação de predição clássica descrita na literatura. Quinzenalmente, 12 novilhas com aproximadamente 90 dias de idades, foram pesadas em balança mecânica e tiveram medidas de altura de cernelha (AC), largura da garupa (LG), e perímetro torácico (PT) tomadas. As avaliações ocorreram até a obtenção de 280-300 kg. Equações de regressão para estimativa do peso corporal por meio das medidas de desenvolvimento corporal foram desenvolvidas utilizando-se o modelo estatístico *Proc Reg*, do pacote estatístico SAS (1999), sendo avaliados os efeitos lineares, quadráticos e cúbicos das variáveis independentes, em relação à variável dependente peso corporal. As equações de regressão geradas, assim como, a equação de predição clássica foram utilizadas para estimar o PC das novilhas nas diferentes fases de crescimento. A análise de variância dos dados estimados pelas equações e aqueles mensurados em balança mecânica foi realizada com auxílio do procedimento estatístico Proc GLM, do pacote estatístico SAS (1999), sendo as médias comparadas pelo teste Tukey, em um nível de significância de 5%. A medida de PT foi a que apresentou a melhor correlação com as medidas de PC. Regressões lineares apresentaram baixo R^2, especialmente para as medidas de AC e LG. Não foram observados efeitos significativos ($P<0,05$) da medida de estimação. No entanto, efeitos significativos foram observados para a idade e interação entre a idade e a medida de estimação ($P<0,0001$). Para faixa de idade 3-5,9 meses apenas a equação linear de altura na AC superestimou ($P<0,05$) os valores de PC. Entre 6-7,9 meses as equações lineares de AC, LG e PT superestimaram os valores de peso ($P<0,05$) em relação ao obtido em balança mecânica. A estimação por meio da equação clássica subestimou os valores de peso ($P<0,05$), quando comparado aos dados de balança. Na faixa de idade de 11-13 meses, as equações lineares de AC e LG subestimam ($P<0,05$) o PC das fêmeas. O uso das medidas de PT, AC e LG para estimação do PC de fêmeas mestiças, assim como a predição pela equação clássica mostrou-se eficiente na estimação do peso corporal, demonstrando que a aferição de uma ou mais destas medidas de crescimento, pode proporcionar ao produtor melhoria no manejo nutricional e reprodutivo.

Palavras chaves: Altura na cernelha; Crescimento; Largura de garupa; Desenvolvimento corporal; Perímetro torácico; Puberdade; Métodos de Estimação

INDIRECT METHODS FOR ESTIMATION BODY WEIGHT OF CROOSBREED HOLSTEIN-JERSEY HEIFERS

Abstract

This study aimed the development of estimation equations of body weight of prepubertal Holstein-Jersey heifers from measures of growth parameters and to compare them with the values obtained by mechanic scale and, with classical prediction equation describe on literature. Biweekly, twelve dairy heifers with approximately 90 days of age, were evaluated for body weight (BW), withers height (WH), hip width (HW) and heart girth (HG). The measures were taken until 280-300 kg. Regression analyses to estimate body weight from measurements of growth parameters were developed using *Proc Reg* of statistical procedure of *SAS* (1999). Linear, quadratic and cubic effects of the independent variable were considered. Equations developed and classical prediction equation were used to estimate the body weight of heifers on different ages. Analysis of variance of estimated and mechanic scale data was performed using *Proc GLM* of *SAS* (1999), with average values compared by the *Tukey* test, with significance level of 5%. The measurement of HG presented the best coefficient of determination with body weight values. Linear regression resulted in lower R^2 values, especially for WH and HW. There were no statistical effects ($P<0.05$) for the estimation measure. However, significance was found for age and interaction of age and estimation measure ($P<0.0001$). For the age range from 3-5.9 months only WH linear regression overestimated the values of BW ($P<0.05$). During the period of 6-7.9 months the linear regressions of WH, HG and HW overestimated the BW in relation by those found on mechanic scale ($P<0.05$). Estimating BW by classical prediction equation underestimated the BW values ($P<0.05$), as compared to the scale values. For the age range form 11-13 months, WH and HW linear regression underestimated the BW of dairy heifers. Use of HG, WH and HW and classical prediction equation for BW estimation of crossbred dairy heifers was efficient, showing that when one or more of these measures of growth parameters are evaluated might provide to farmer improvements on nutritional and reproductive management.

Keywords: Estimation methods; Growth; Growth parameters; Heart girth; Hip width; Withers height

4.1 Introdução

Durante o período de cria de novilhas para reposição, o monitoramento do peso do animal é de fundamental importância, pois muitas das tomadas de decisões de manejo são fortemente influenciadas por este parâmetro. Comumente, o peso corporal do animal é obtido por meio de uso de balanças mecânicas ou eletrônicas, podendo ser mensurado mensalmente ou trimestralmente. No entanto, em muitos rebanhos comerciais esse parâmetro não é avaliado, devido à ausência de balanças na propriedade ou dificuldades no manejo desta categoria.

Com o intuito de suprir essa deficiência, o monitoramento do desenvolvimento corporal do animal permite a comparação das médias obtidas com dados pré-determinados para a raça avaliada e entre os animais contemporâneos do rebanho, auxiliando possíveis correções do manejo.

As principais formas de monitoramento do desenvolvimento corporal são representadas pelo peso corporal (PC), perímetro torácico (PT), altura na cernelha (AC) e largura da garupa (LG), e as correlações existentes entre essas avaliações. Heinrichs; Rogers; Cooper (1992) relatam que as regressões de peso sobre as medidas corporais e a acurácia de estimação podem ser influenciadas pela raça, idade, condição corporal e estágio fisiológico do animal, desta forma, para comparação entre as equações estes dados devem ser avaliados.

Estudos clássicos desenvolvidos por pesquisadores da Universidade da Pensilvânia (HEINRICHS; ROGERS; COOPER, 1992; HEINRICHS et al., 2007) utilizando fêmeas puras da raça Holandês, observou-se elevada acurácia de predição do peso corporal, utilizando as medidas de PT, com variações no peso inferiores a 8%.

Avaliações da altura na cernelha e largura da garupa, diferentemente do perímetro torácico são pouco influenciadas pela condição e escore de condição corporal, refletindo o real crescimento esquelético, sendo igualmente consideradas importantes na avaliação do desenvolvimento.

Dingwell et al. (2006) avaliando bezerras e novilhas puras da raça Holandês não observaram diferenças significativas entre as medidas de desenvolvimento corporal e os valores observados em balança eletrônica. No entanto, sugerem que maior acurácia destes valores ocorre na faixa de idade entre 3 e 15 meses.

Em termos práticos, o uso de equações de regressão para estimação do peso corporal por meio de medidas indiretas de desenvolvimento corporal é uma ferramenta prática e de custo reduzido para produtores rurais. No entanto, poucos são os trabalhos nacionais sobre este tema e, diferentemente do observado para animais puros, não existem equações para estimação do peso para animais leiteiros mestiços.

Com base neste conceito, o presente trabalho teve por objetivo estimar o peso corporal de novilhas pré-púberes Holandês-Jersey a partir de medidas de desenvolvimento corporal, e comparar os valores gerados pelas equações observados com os valores mensurados em balança mecânica e com a equação de predição clássica descrita na literatura.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido em instalações experimentais do tipo "Tie-Stall" pertencentes ao Departamento de Zootecnia – Setor de Ruminantes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), durante o período de dezembro de 2006 a dezembro de 2007.

4.2.2 Delineamento experimental

Foram utilizadas 12 novilhas mestiças Holandês-Jersey, apresentando pesos médios de acordo com o padrão racial igual a 60,0, 59,3 e 56,9 kg para animais F1 Holândes-Jersey, ¾ Jersey e ¾ Holandês, respectivamente.

Os animais foram alimentados *ad libitum,* duas vezes ao dia e as sobras retiradas e pesadas, todas as manhãs, de forma a se obter o consumo da dieta, a verificação da seleção ou não da ração ofertada e a realização das correções de consumo permitindo no máximo 5% de sobra. As dietas eram constituídas de 30% de feno moído de *Coast cross* e 70% de concentrado, constituído basicamente de polpa cítrica e farelo de algodão.

4.3.3 Avaliação do desempenho e desenvolvimento corporal

Os animais foram pesados ao nascer e aos 90 dias para seleção das fêmeas, e quinzenalmente até a obtenção de um peso corporal entre 280-300 kg. As pesagens foram realizadas antes do fornecimento da dieta do período da tarde, com auxílio de uma balança mecânica.

Para avaliação do desenvolvimento corporal das novilhas, no dia da pesagem foram tomadas as medidas de altura de cernelha e largura da garupa, utilizando-se régua com escala em centímetros, e perímetro torácico com auxilio de fita flexível, com escala em centímetros.

4.3.4 Delineamento estatístico

Equações de regressão para estimativa do peso corporal por meio das medidas de desenvolvimento corporal foram estimadas utilizando-se o modelo estatístico *Proc Reg*, do pacote estatístico SAS (1999), sendo avaliados os efeitos lineares, quadráticos e cúbicos das variáveis independentes, em relação à variável dependente peso corporal. De acordo com o modelo:

$$Y= a + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3 + e,$$

Onde:

Y = peso corporal;

a = intercepto;

X = variável independente;

b_1, b_2, b_3 = coeficiente de regressão;

e = resíduo

As equações de regressão geradas , assim como, a equação descrita por Heinrichs; Rogers; Cooper (1992) para estimativa do peso por meio do perímetro torácico foram utilizadas para estimar o peso corporal das novilhas nas diferentes fases de crescimento. Para efeito de comparação das médias, os dados foram agrupados em três faixas de idade: 3-5,9; 6-7,9 e 11-13 meses. A análise de variância dos dados

estimados pelas equações e aqueles mensurados em balança eletrônica foi realizada com auxílio do procedimento estatístico Proc GLM, do pacote estatístico SAS (1999), sendo as médias comparadas pelo teste estatístico Tukey, a um nível de significância de 5%.

4.4. Resultado e Discussão

Equações de regressão para estimação do peso corporal utilizando medidas individuais de desenvolvimento corporal podem ser visualizadas na Tabela 11. De acordo com os coeficientes de determinação (R^2), a medida de perímetro torácico foi a que apresentou a melhor correlação com as medidas de peso corporal. Regressões lineares apresentaram baixo coeficiente de determinação, especialmente para as medidas de altura na cernelha e largura da garupa. Regressões cúbicas, apesar da baixa resposta biológica, foram significativas para todas as medidas, evidenciando que medidas de desenvolvimento corporal podem predizer o peso corporal do animal acuradamente.

Diferentemente do observado no presente estudo, Heinrichss; Rogers; Cooper (1992) encontraram valores de R^2 superiores a 0,9 para as equações lineares de altura na cernelha e largura na garupa. Valores de R^2 superiores a 0,9 também são relatados por Dingwell et al. (2006). Evidenciando, desta forma, a alta correlação existente entre as medidas de desenvolvimento corporal e o peso do animal.

Tabela 11 - Regressão do peso corporal de novilhas mestiças a partir de medidas de desenvolvimento corporal

Medidas	R^2	Pr > F
Perímetro torácico		
PC = - 257,7384 + 3,4279*PT	0,9692	.0001
PC = - 13,52649 - 0,73451*PT + 0,01733 PT^2	0,9769	.0001
PC = 635,17781 + 0,15733*PT + 0,15733*PT^2 + 0,00038695 PT^3	0,9783	.0001
Altura na cernelha		
PC = - 236,0593 + 4,03505*AC	0,5732	.0001
PC = 365,75135 - 10,3403*AC + 0,08296* AC^2	0,9295	.0001
PC = 460,42354 - 18,94209*AC + 0,22915*AC^2 - 0,00069045*AC^3	0,9366	.0001
Largura na garupa		
PC = - 98,13813 + 8,90366*LG	0,8165	.0001
PC = 198,96136 - 15,71399*LG + 0,47385*LG^2	0,9481	.0001
PC = 416,5602 - 44,70857*LG + 1,66972*LG^2 - 0,01557*LG^3	0,9538	.0001

Os valores médios do peso corporal obtido ao longo do período experimental, e os estimados por meio de equações de desenvolvimento corporal e segundo equação clássica proposta por Heinrichs; Rogers; Cooper (1992), baseada em animais puros da raça Holandês e levando em comparação apenas o PT, podem ser visualizados na Tabela 12.

Os valores de peso corporal são semelhantes entre os métodos de estimação, não sendo observado efeito significativo (*P<0,05*) do método sobre esta dependente variável. No entanto, efeitos significativos são observados para a idade e interação entre a idade e o método de estimação (*P*<0,0001).

Com base nesta informação, foi realizada comparação entre as médias de peso obtidas pelos diferentes métodos de estimação, em faixas de idades pré-determinadas,

sendo elas 3-5,9 meses, 6-7,9 meses, 8-10,9 meses e 11-13 meses. Conforme pode ser evidenciado na Tabela 12.

Tabela 12 - Comparação das médias de peso corporal obtidos por pesagem direta e estimados por meio das equações de regressão com medidas de desenvolvimento corporal ou segundo equação proposta por Heinrichs; Rogers; Cooper (1992)

Método	**Idade (meses)**				
	3 – 5,9	**6 – 7,9**	**8 – 10,9**	**11 - 13**	**3-13**
Balança	87,45[b]	136,69[bc]	202,61	251,43[b]	169,55
AClinear	110,71[a]	148,64[ac]	190,26	214,59[a]	166,05
ACquadratica	90,88[b]	135,26[bc]	201,82	246,25[b]	168,55
ACcubica	87,37[b]	139,53[bc]	203,25	241,29[b]	167,86
LGlinear	90,32[b]	153,82[ac]	197,34	219,44[a]	165,23
LGquadratica	90,11[b]	136,03[bc]	202,57	242,40[b]	167,77
LGcubica	88,03[b]	137,44[bc]	204,05	239,61[b]	167,28
PTlinear	84,62[b]	143,16[ac]	202,41	241,02[b]	167,8
PTquadratica	87,07[b]	138,40[bc]	201,50	247,11[b]	168,52
PTcubica	86,56[b]	137,54[bc]	202,62	246,08[b]	168,2
Equação[1]	82,79[b]	131,57[b]	197,29	247,06[b]	164,68
EPM	2,374	3,10	3,478	4,25	

[a,b,c] letras diferentes na mesma coluna indicam significância pelo teste Tukey a 5%;

PC (kg) = 65,36- (1,966*PT) + (0,01959*PT^2) + (0,0000169*PT^3)

Para a primeira faixa de idade (3-5,9 meses) apenas a equação linear de altura na cernelha superestimou de forma significativa (P<0,05) os valores de peso corporal. Em relação às demais equações observaram-se apenas as diferenças numéricas entre

o valor e o real mensurado (balança). Para animais com idades de 6-7,9 meses as equações lineares de AC, LG e PT superestimaram os valores de peso (P<0,05) em relação ao obtido em balança mecânica, respectivamente em 11,95; 17,13 e 6,47 kg (P<0,05). A estimação por meio da equação de Heinrichs; Rogers; Cooper (1992) subestimou os valores de peso (P<0,05) em relação a todos os métodos, apresentando diferenças de 5,12 a 22,25 kg.

Não foram observados efeitos significativos entre os métodos de estimação do peso corporal para a faixa de idade de 8-10,9 meses. Por outro lado, para animais de idade entre 11-13 meses, as equações lineares de altura na cernelha e largura na garupa subestimam de forma significativa (P<0,05) o peso corporal dos animais quando comparados aos valores obtidos em balanças mecânica (36,84 e 31,99 kg, respectivamente) e aos estimados pelas demais equações.

Em estudo conduzido por Dingwell et al. (2006), não foi observado diferenças significativas entre a estimativa do peso corporal por medidas de desenvolvimento corporal e as mensuradas em balança eletrônica. No entanto, quando os animais foram avaliados em faixa de idade, observou-se subestimação dos valores de peso para as medidas de perímetro torácico e largura na garupa, entre 18 e 21 meses, da mesma forma, que para as medidas de PT para animais com idade inferior a 3 meses.

Os dados mostram claro efeito da idade sobre o crescimento dos animais, e, por conseguinte na sua estimação. Com exceção para a faixa de idade de 11-13 meses, a equação proposta por Heinrichs; Rogers; Cooper (1992) proporciona valores inferiores aos obtidos por meio de balança mecânica, incluindo os valores para todo período experimental. Mas apesar desta subestimação, a equação mostra-se eficiente na estimação do peso corporal nas diferentes fases do crescimento.

No estudo conduzido por Heinrichs et al. (2007) com o intuito de validar a equação proposta por sua equipe de pesquisadores em 1992 (Heinrichs; Rogers; Cooper, 1992) é evidente a acurácia de predição do peso corporal por meio das medidas de perímetro torácico. No entanto, observa-se a ressalva que as estimativas são mais acuradas para animais com peso superior a 150 kg.

As tabelas de predição do peso corporal, por meio da fita de perímetro torácico ou hipômetro e as equações de predição com base nestas medidas, são desenvolvidas,

em sua quase totalidade, com base em animais puros, em geral da raça Holandês, sendo escassos os dados com animais mestiços. Porém, o uso destas medidas para estimação do peso corporal de novilhas mestiças Holandês-Jersey mostrou-se bastante satisfatório. Em termos práticos, a mensuração de uma ou mais destas variáveis de crescimento auxiliam o produtor na adoção de praticas de manejo nutricional e reprodutivo corretas para esta categoria animal.

4.5 Conclusão

O uso de medidas indiretas de perímetro torácico, altura na cernelha e largura na garupa estimação do peso corporal de fêmeas mestiças Holandês-Jersey mostrou-se eficiente, uma vez, que os valores obtidos são similares aos obtidos com uso de balança mecânica. O uso da equação proposta por Heinrichss; Rogers; Cooper (1992), levando em consideração apenas as medidas de perímetro torácico, mostrou-se eficiente na estimativa do peso corporal. Demonstrando desta forma, que a aferição de uma destas medidas de crescimento, pode proporcionar ao produtor melhoria no manejo de animais, alimentar, sanitário e reprodutivo.

Referências

DINGWELL, R.T.; WALLACE, M.M.; McLAREN, C.J.; LESLIE, C.F.; LESLIE, K.E. An evaluation of two indirect methods of estimating body weight in Holstein heifers and calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.89, p.3992-3998, 2006.

HEINRICHS, A.J.; ROGERS, 0.W.; COOPER, J. B. Predicting Body Weight and Wither Height in Holstein Heifers Using Body Measurements. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.75, p.3576-3581, 1992.

HEINRICHS, A.J.; ERB, H.N.; ROGERS, G.W.; COOPER , J.B.; JONES, C.M. Variability in Holstein heifer heart-girth measurements and comparison of prediction equations for live weight. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdã, v.78, p. 333–338, 2007.