

BÁRBARA SANTOS MARQUES

**Efeito do fornecimento de silagens de milho com alta ou baixa digestibilidade da fibra
sobre o ganho de peso e consumo de novilhas em crescimento**

Pirassununga-SP

2012

BÁRBARA SANTOS MARQUES

**Efeito do fornecimento de silagens de milho com alta ou baixa digestibilidade da fibra
sobre o ganho de peso e consumo de novilhas em crescimento**

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

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de Concentração:

Nutrição e Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Luis Felipe Prada e Silva

De acordo:



Orientador

São Paulo

2012

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

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

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

T.2746
FMVZ

Marques, Bárbara Santos

Efeito do fornecimento de silagens de milho com alta ou baixa digestibilidade da fibra sobre o ganho de peso e consumo de novilhas em crescimento / Bárbara Santos Marques. -- 2012.
76 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga, 2013.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.

Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Luis Felipe Prada e Silva.

1. Digestibilidade. 2. Qualidade da fibra. 3. Alto volumoso. 5. Desempenho de novilhas. I. Título.



PARECER

Interessado: Bárbara Santos Marques

Assunto: Protocolo de experimentação adotado em experimento animal

A Comissão de Ética no uso de animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo analisou o projeto intitulado: “Efeito do fornecimento de silagens de milho com alta ou baixa digestibilidade da fibra sobre o ganho de peso, consumo, cinética e ecossistema ruminal de novilhas em crescimento”, protocolado sob o número 2863/2012, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Luis Felipe Prada e Silva, e constatou que o mesmo foi realizado de acordo com os princípios de ética adotados por esta Comissão.

The “Ethic Committee in the use of animals” of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of University of São Paulo has analyzed the research entitled: “Effect of feeding growing heifers with corn silages with high or low fiber digestibility on intake, body gain”, protocol number 2863/2012, under the responsibility Prof. Dr. Luis Felipe Prada e Silva, and found that it was conducted in accordance with the principles of ethics adopted by the committee.

São Paulo, 14 de dezembro de 2012.

Denise Tabacchi Fantoni
Presidente

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: MARQUES, Bárbara Santos

Título: Efeito do fornecimento de silagens de milho com alta ou baixa digestibilidade da fibra sobre o ganho de peso e consumo de novilhas em crescimento

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

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof.(a) Dr.(a): _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof.(a) Dr.(a): _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof.(a) Dr.(a): _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

*"Ser você mesmo em um mundo que está constantemente tentando fazer de
você outra coisa
é a maior realização."*

Ralph Waldo Emerson

À minha MÃE, *MARIA ABADIA BORGES OTAVIANO*, a qual não me largou até que todos estes caminhos fossem trilhados, com sabedoria, compreensão, apoio e carinho, a qual é minha luz, minha fonte de energia, objetivos e forças para continuar trilhando e percorrendo todos os passos destinados à minha pessoa;

Ao meu PAI, *VICENTE DE PAULO OTAVIANO*, o qual me ensinou e me ensina como percorrer o árduo caminho da vida, sendo que nos meus momentos mais difíceis, está sempre ao meu lado, servindo de esteio para que eu não caia, e nos momentos de alegria, compartilha comigo o sucesso, a alegria, os quais são devido à sua pessoa, a qual sigo como exemplo;

À minha IRMÃ, *NATÁLIA SANTOS MARQUES*, a qual sempre estive ao meu lado, me apoiando, me chamando a razão quando precisei, me servindo de exemplo pela postura, dignidade, responsabilidade e amizade com minha pessoa;

Às minhas meninas, *SOPHIA* e *PIPOCA*, pela companhia, carinho, zelo, repetido.

EU AMO VOCÊS!!!

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus e aos guias espirituais, por poder levantar todo dia tendo a oportunidade de fazer desse dia um dia melhor que o anterior, pela sabedoria, tolerância, oportunidade, saúde.. enfim, pela vida.

À minha família, nas pessoas de meu Pai Vicente, minha Mãe Maria Abadia, minha Irmã Natália, meu Cunhado Webert e o meu Bebê DAVI, por terem permitido continuar meus estudos, pelo apoio, conselhos, risadas, direcionamento nas bifurcações da longa estrada da vida. Eu amo vocês e tenho muito orgulho de ter nascido nessa família, não existe outra melhor!

À família que fiz aqui em Pira, Lí “Lígia”, Nina “Marina”, Maguelinha “Nara”, Mãe Rosa e família, Titi “Vanessa”, Tota-tola “Sérginho”, Grandão “Edvaldo”, Thi “Thiago Bertolini”, Barretão “Eduardo”, Neto “Orlando”, Cadu, Cafu e Cazu “Carlos Eduardo” e Tatá “Tais Helena”. Sem dúvida vocês foram essenciais durante a minha estadia aqui, pois se por um lado a saudade de casa apertava, do outro eu sempre pude contar com vocês pelo apoio, incentivo, estímulo, entusiasmo, amizade e amor, os quais foram de grande importância no desempenho deste trabalho. Eu também amo vocês, e nunca vou esquecer o que vivemos aqui!

Ao professor Dr. Luis Felipe Prada e Silva, pelo espírito jovial em expansão cujo mesmo me deu essa oportunidade, pelas orientações, segurança, conversas das quais resultaram em ensinamentos valiosos e amizade. Foi de grande valia para mim o desenvolvimento desse trabalho, pelo amadurecimento pessoal e intelectual. Obrigada!

A equipe do LPGC, por mais uma conquista! A “Juju”, Juliane, por ter me incentivado a fazer mestrado e pela ajuda nos momentos que eu pedi, ao “Boca”, Dannylo, pelas palavras de incentivo nos momentos certos, ao “Fred”, Frederich, pela parceria desde antes do início do meu experimento, quando estávamos fazendo as silagens, ao “Preto”, Bruno, pelo companheirismo antes e durante o meu experimento, foi um prazer trabalhar com você! Ao Sr, Sérgio, pelos trabalhos desenvolvidos, pela dedicação, responsabilidade, amizade, o Sr. não é 10, mas sim 1000, quem derá tivesse mais trabalhadores como o Sr.! Ao iniciação científica “Beg”, João Francisco, pela ajuda, questionamentos, responsabilidade e amizade.

Aos estagiários que passaram pelo LPGC, Samuel, Léo, Henrique, Bronha, Ku Seco, Bronha, Gorgonzola, Taco, Jamaica, Juliete, Doani, Jaburu, Xena, Clamídia, Raiane, Catarina e Cláudia, obrigada pela ajuda na construção das pesquisas desenvolvidas dentro do laboratório, inclusive a minha.

Aos funcionários da DVAGRO - atividades agrícolas, Negão, Lí “Lissoni”, Zezão, Private, Menegas “Meneguine”, Arruda, Godoy, Squerma, César, Paraná, Fafa “Fabrício”, Darci, Roberlei, Zé Carvalho, Ademir Cunha, Edgar, Eduardinho e Zé da Costa, muito obrigada pela amizade, ajuda e conselhos de campo. Vocês foram muito importante para o meu conhecimento prático. Aos funcionários da fábrica de ração, Claudão, Zé, Israel e Ioni, vocês também são uns queridos!!!

Aos funcionários do Departamento, Alê, Fábria e João que sempre estiveram a disposição para me ajudar, tendo muita paciência nas minhas loucuras.

A todos os professores do Departamento de Nutrição e Produção Animal (VNP): Dr. Alexandre Augusto de Oliveira Gobesso, Dr. Aníbal de Sant'Anna Moretti, Dr. Augusto Hauber Gameiro, Dr. Marcos Veiga dos Santos, Dra. Maria de Fátima Martins, Dr. Messias Alves da Trindade Neto, Dr. Paulo Henrique Mazza Rodrigues, Dr. Ricardo de Albuquerque, pelos ensinamentos, colaboração e profissionalismo dispensados. Em especial aos professores Dr. Francisco de Palma Rennó e Dr. Romualdo Shigueo Fukushima por terem contribuído para eu fazer a digestibilidade das silagens, “carro chefe” da minha pesquisa.

Aos funcionários da bromato FMVZ, Simi, Barbudo “Everson”, Ari, Gilson, Ana, da bromato FZEA, Rose, Roseli e Rafael e do Laboratório de Análise de Alimentos – LANA de Jaboticabal - SP, Ana Paula, Landinho “Orlando”, Joyce, Maísa.

À Universidade de São Paulo, a Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, e ao Departamento de Nutrição e Produção Animal pela oportunidade de realização deste curso.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo, que gerou tranqüilidade e possibilitou a dedicação intensa e exclusiva a este trabalho e a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) por ter patrocinado essa pesquisa.

As Amigas Danielle Donatto e Julinha pela amizade, conselhos e hospitalidade enquanto eu fazia as análises no LANA e ao seu namorado Graçinha “Fernando” pela ajuda me dada em Jaboticabal.

A todos os colegas e amigos da pós-graduação, em especial:

Aos colegas Alejandro e Felipe pela ajuda na análise da digestibilidade das dietas.

Aos amigos Paula Lagatta, Dani Beuron, Eveline, Esther, Mayara, Fed's “Camila”, Xibungo “Maurício Furlan”, Ana Paula, Maria Fernanda, Rafa Françoso, Abadá “Bada”, Macaco “Mineiro”, Pedro Ribeiro, Caio, Novilha “Tereza”, Nara Carvalho, Bereba “Natály”, Papito “Bruno Lapo”, Luciano, Frodo “Eduardo Cassiano”, Komixão “Rodrigo Gardinal”, Sacudo “Gustavo Calomeni”, José Esler pela amizade, conselhos, risadas, jantares... eu

aprendi muito com vocês, ou melhor, com todos que cruzaram a pela minha estrada em Pira.
Obrigada!

RESUMO

MARQUES, B. S. **Efeito do fornecimento de silagens de milho com alta ou baixa digestibilidade da fibra sobre o ganho de peso e consumo de novilhas em crescimento.** [Effect of feeding growing heifers with corn silages with high or low fiber digestibility on intake, body gain]. 2013. 76. f Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

Objetivou-se avaliar o efeito da digestibilidade da fibra do milho sobre o consumo, ganho de peso e composição da carcaça de novilhas Nelore em crescimento, de modo a validar este índice como indicador da qualidade nutricional de híbridos de milho em programas de melhoramento genético e de seleção de híbridos para silagem. Foram plantados quatro híbridos de milho com diferente digestibilidade da fibra, IAC 8390, 30F90Y, 30S40Y e DKB 390Y, sendo a digestibilidade da FDN da dieta determinada após incubação de 30 horas. Os milhos foram colhidos aos 62, 82 e 104 dias crescimento, para determinar principalmente a digestibilidade da folha e do colmo dos híbridos, para determinar quais híbridos fariam parte da dieta experimental. Foram utilizadas quarenta e oito novilhas da raça Nelore com aproximadamente 250 kg, confinadas por 63 dias, em delineamento de bloco casualizados, em grupo de 3 novilhas por baía, de acordo com o peso vivo inicial. A cada 21 dias, os animais eram pesados, sendo a avaliação da carcaça feita no início do período. A dieta experimental foi constituída de quatro rações, com relação volumoso/concentrado de 20:80 e 40:60, com volumoso de duas silagens de milho, 30F90Y, de alta digestibilidade da FDN e, 30S40Y, de baixa digestibilidade da FDN. Foi analisado o tamanho de partícula de amostras da dieta e das sobras/baía pela peneira Penn State Forage Particle. Houve diferença na digestibilidade da FDN dos híbridos na fração colmo, entre os dias de coleta, sendo que a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) reduziu após o período de florescimento dos híbridos e houve uma variação entre os híbridos, em cada coleta. A digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro (DIVFDN), também reduziu com a maturidade da planta, porém houve uma diferença entre os híbridos apenas na coleta aos 82 dias de crescimento. O híbrido 30F90Y foi superior aos demais ao analisar a DIVMS e DIVFDN. Houve diferença entre o tamanho de partículas da dieta oferecida e o tamanho de partícula que restou na sobras, sendo que houve efeito de seleção apenas para a dieta com 40% de concentrado. Houve interação milho*dieta tanto para consumo de matéria seca (CMS) quanto para consumo da fibra em detergente neutro (CFDN), sendo que o híbrido 30F90Y, de maior digestibilidade, teve consumo maior, inclusive na dieta com 20% de concentrado. Para desempenho, foi observado efeito da dieta no ganho médio

diário (GMD), sendo maior o ganho de peso (GP) na dieta com a silagem do híbrido 30F90Y. Já a conversão alimentar e a composição de carcaça não tiveram efeito de dieta, híbrido de milho ou interação dieta*milho. A utilização de híbridos com melhor digestibilidade da fibra, é um indicador de híbrido destinado a nutrição animal, pois alterou o consumo, o ganho de peso, porém não alterou a conversão alimentar e composição de carcaça.

Palavras-chave: Consumo de matéria seca. Qualidade da fibra. Alto volumoso. Desempenho de novilhas.

ABSTRACT

MARQUES, B. S. **Effect of feeding growing heifers with corn silages with high or low fiber digestibility on intake, body gain.** [Efeito do fornecimento de silagens de milho com alta ou baixa digestibilidade da fibra sobre o ganho de peso e consumo de novilhas em crescimento]. 2013. 76. f Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

The objective of this study was to evaluate the effect of fiber digestibility on intake, weight gain and carcass of growing Nellore heifers, aiming to validate this rate as an indicator of nutritional quality on corn hybrids in programs of genetical improvement and selection of hybrids for silage. Four corn hybrids on different fiber digestibility were raised, IAC 8390, 30F90Y, 30S40Y and DKB 390Y, being the FDN digestibility determined on the diet after a 30-hour-incubation period. The harvest was at the 62, 82 and 104 growing days to mainly determine the leaf and stem digestibility in hybrids to identify which ones would be part of the experimental diet. Forty-eight Nellore heifers of approximately 250 kg BW were housed for 63 days, in randomized blocks, in groups of three heifers per pen, according to its initial body weight. Each 21 days the animals were weighed and the carcass evaluation was done in the beginning of the period. The experimental diet was composed of four rations at 20:80 and 40:60 of roughage/concentrate respectively, in which the corn silage was used the 30F90Y, the one with high digestibility in FDN, and the 30S40Y, of low digestibility in FDN. The particle size of samples collected from the diets and ortis of each pens were analyzed by the Penn State Forage Particle sieve. There was difference in the FDN digestibility for hybrids in the stem fraction among the collection days, being the dry matter digestibility *in vitro* (DIVMS) reduced after the hybrid blossom and there was a variancy among the hybrids, in each collection. The digestibility *in vitro* of fiber detergent neuter (DIVFDN), was also reduced according to the plant maturity, however there was a difference among the hybrids only in the collection at the 82 day of growth. The hybrid 30F90Y was superior to the other when analyzed the DIVMS and DIVFDN. There was difference between the particle size on the diets and the particle size on the ortis, with a selection affect only for the diet at 40% concentrate. There was interaction on the corn*diet for the dry matter intake (CMS) and for the fiber detergent neuter intake (CFDN), beingt the hybrid 30F90Y of higher digestibility, intake, and also on the diet with 20% concentrate. For performance was observed the diet effect on the average in daily weight gain (GMD), in which the highest weight gain (GP) was

obtained on the silage of the hybrid 30F90Y. The feed conversion and carcass had no diet effect, neither corn hybrid nor interaction diet*corn. The hybrids with higher fiber digestibility is an indicator for its usage in animal nutrition once they altered the intake and the weight gain, although it hasn't altered the feed conversion and the carcass.

Key words: Dry matter intake. Fiber quality. High roughage. Heifers performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Representação esquemática da colonização e degradação de uma partícula de alimento pelas bactérias ruminais	27
Figura 2 -	Representação esquemática do celulosoma, o qual é um complexo multifuncional associado à parede da célula bacteriana.....	30
Figura 3 -	Adubação de cobertura, feita no estágio V9 do milho (<i>Zea mays</i>).....	38
Figura 4 -	Confecção das silagens de planta inteira e de grão úmido em silo tipo bolsa....	39
Figura 5 -	Confinamento LPGC, alocação dos animais nas baias.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Produção de ácidos graxos de cadeia curta, CO ₂ , H ₂ e metano, expressa em moles por mol de glicose fermentado, conforme o tipo de dieta.....	33
Tabela 2 -	Análise de solo da área de plantio dos 4 híbridos de milho.....	38
Tabela 3 -	Blocos de acordo com o peso vivo inicial.....	41
Tabela 4 -	Composição das dietas experimentais (% da MS).....	42
Tabela 5 -	Composição bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais....	43
Tabela 6 -	Composição bromatológica da fração folha de quatro híbridos de milho colhidos em três idades de corte.....	47
Tabela 7 -	Composição bromatológica da fração colmo de quatro híbridos de milho colhidos em três idades de corte.....	48
Tabela 8 -	Composição química da fração colmo e da fração folha de quatro híbridos de milho colhidos em três idades.....	49
Tabela 9 -	Digestibilidade in vitro da MS e da FDN fração colmo de quatro híbridos de milho colhidos em três idades.....	50
Tabela 10 -	Digestibilidade in vitro da MS e da FDN da fração colmo de quatro híbridos de milho colhidos em três idades (média das três idades).....	51
Tabela 11 -	Porcentagem de matéria seca da dieta ofertada e da sobra retida na tela acima de 8 mm.....	51
Tabela 12 -	Consumo de matéria seca e da fibra em detergente neutro expressos em kg/d e %PV/d de novilhas Nelore em confinamento.....	52
Tabela 13 -	Ganho de peso vivo médio diário (GMD), peso vivo final (PVf) e conversão alimentar (CA) de novilhas Nelore em confinamento.....	53
Tabela 14 -	Espessura de gordura subcutânea do músculo Longissimus dorsi (EGS), área de olho de lombo do músculo Longissimus dorsi (AOL) e profundidade do músculo Gluteus medius (ProfGlu) de novilhas Nelore em confinamento.....	54

LISTA DE ABREVIATURAS

AGCC	Ácidos graxos de cadeia curta
AGV	Ácidos graxos voláteis
AOL	Área de olho de lombo do músculo <i>Longissimus dorsi</i>
bm3	Milho de nervura marrom
CA	Conversão alimentar
CaCl ₂	Cloreto de cálcio
CF	Carboidratos fibrosos
CFDN	Consumo de FDN
CH ₄	Metano
CMS	Consumo de matéria seca
CO ₂	Gás carbônico
CTC	Capacidade de troca catiônica
DIVFDN	Digestibilidade <i>in vitro</i> da FDN
DIVMS	Digestibilidade <i>in vitro</i> da MS
DIVMO	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria original
ECC	Escore de condição corporal
EGS	Espessura de gordura subcutânea do músculo <i>Longissimus dorsi</i>
FB	Fibra bruta
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FDNfe	FDN fisicamente efetivo
FFF	Fibra oriundas de forragem
FFNF	Fibra oriunda de não forragem
FSG	Peso específico funcional
G	Guaiacyl
GL	Grau de liberdade
GMD	Ganho médio diário
H	Hydroxyphenyl
H ₂	Hidrogênio
IGF-I	Fator de crescimento semelhante à insulina-I
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia

IVMS	Ingestão voluntária de matéria seca
LDA	Lignina em detergente ácido
LDA	Lignina em detergente ácido
LH	Hormônio Luteinizante
MS	Matéria seca
MV	Produção de matéria verde
NDT	Nitrogênio degradável total
N-NH3	Nitrogênio Amoniacal
N-P-K	Nitrogênio Fósforo Potássio
PB	Proteína bruta
ProfGlu	Profundidade do músculo <i>Gluteus medius</i>
PSPS	Penn State Particle Size Separator
PVi	Peso vivo inicial
RR	Rúmen-retículo
S	Syringyl
SARA	Acidose subaguda ruminal
SB	Soma de bases
SGU	Grão úmido de milho
TGI	Trato gastrointestinal

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	HIPÓTESE	15
3	OBJETIVO	16
4	REVISÃO DE LITERATURA	17
4.1	Efeito da taxa de passagem sobre o consumo e o desempenho de novilhas Nelore em crescimento	17
4.2	Efeito da digestibilidade sobre o consumo e o desempenho.....	21
4.3	Degradação da celulose por bactérias celulolíticas	26
4.4	Efeito das bactérias celulolíticas sobre a digestibilidade da fibra e do concentrado	30
4.5	Impacto da suplementação na puberdade de novilhas em crescimento	34
5	MATERIAIS E MÉTODOS	37
5.1	Locais e laboratórios	37
5.2	Seleção e plantio dos híbridos de milho.....	37
5.3	Amostragem para acompanhamento da composição bromatológica e digestibilidade dos híbridos de milho	38
5.4	Colheita e confecção das silagens da planta inteira e de grãos úmidos de milho	39
5.5	Delineamento experimental	40
5.6	Dietas.....	41
5.7	Análises laboratoriais	44
5.8	Análise Estatística	45
6	RESULTADOS	46
6.1	Digestibilidade dos híbridos de milho	46
6.2	Tamanho de partícula.....	51
6.3	Consumo de matéria seca e FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO.....	52
6.4	DESEMPENHO ANIMAL.....	53
6.5	COMPOSIÇÃO DE Carcaça	53
7	DISCUSSÃO	55

7.1	Digestibilidade DOS HÍBRIDOS DE MILHO	55
7.2	Tamanho de partícula.....	57
7.3	Consumo de matéria seca e fibra em detergente neutro.....	58
7.4	Desempenho animal e composição de carcaça	59
8	CONCLUSÕES	62
9	IMPLICAÇÕES	63
	REFERÊNCIAS	64

1 INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento da pecuária, houve um incremento significativo na utilização de concentrados nas dietas para produção de leite e carne. No entanto, a forragem permanece como principal fonte de nutrientes para a maioria dos ruminantes, uma vez que também estimula a ruminação e a salivação, importantes para o tamponamento e saúde do rúmen; e possui a vantagem de ter o custo inferior aos alimentos concentrados.

Entre as plantas anuais, a silagem de milho é o alimento mais utilizado na alimentação de gado de leite e de corte. Embora seja utilizada como volumoso, o fator mais enfatizado na avaliação de sua qualidade é a porcentagem de grãos na matéria seca, uma vez que o valor nutritivo de uma silagem é predominantemente influenciado por seu teor de grãos (MA et al., 2006).

Acredita-se que critérios de seleção como grãos duros de alta densidade e com rápida taxa de secagem, e hastes fortes, que favorecem a produção de grãos, podem ser indesejáveis para a colheita, fermentação e digestibilidade da silagem de milho. Híbridos de milho para produção de silagem devem maturar mais lentamente, com declínio gradual da umidade da planta, ter grãos macios e baixo teor de fibra em detergente neutro (FDN) com alta digestibilidade (DWYER et al., 1998). A seleção de híbridos de milho com maior porcentagem de grãos pode reduzir a qualidade da fibra da silagem, devido à translocação de carboidratos da haste para os grãos (SILVA et al., 1999; NUSSIO et al., 2001). Assim, a digestibilidade da parede celular tem sido o objetivo de programas de melhoramento de híbridos de milho para nutrição animal (DOLSTRA et al., 1993; ARGILLIER et al., 2000).

A digestibilidade *in vitro* ou *in situ* da FDN tem sido utilizada como um indicador da qualidade da fração volumosa, pois além de estar ligada a parte potencialmente digestível do volumoso, a sua taxa de digestão e a sua taxa de passagem, pode afetar o consumo e consequentemente o desempenho animal (OBA; ALLEN, 1999a). O uso de híbridos de nervura marrom (brown-midrib), é um bom avaliador do efeito da maior digestibilidade da fibra em dietas com silagem de milho, pois apresentam menor teor de lignina e maior digestibilidade da fibra (CHERNEY et al., 1991) sem alterar o teor de FDN (OBA; ALLEN, 1999a), comparados com híbridos isogênicos normais, porém produziram menos massa (COX; CHERNEY, 2003).

A existência de grande variabilidade genética na digestibilidade da porção fibrosa de plantas de milho tem sido claramente demonstrada (ALLEN et al., 1990; SILVA et al., 1999).

Apesar de inúmeros grupos estudando a caracterização agronômica, produtiva e qualitativa de diferentes híbridos de milho, há um consenso pela necessidade de estudos com animais avaliando o valor nutritivo de três híbridos de milho (ROSA et al., 2004).

Não foi descrito nenhum estudo no Brasil avaliando o efeito da digestibilidade da fibra de híbridos de milho sobre o desempenho animal. Como em países tropicais a qualidade da fibra é inferior à qualidade em países de clima temperado, espera-se um maior efeito da melhoria da qualidade da fibra sobre o desempenho animal (VAN SOEST, 1994). Assim, objetivou quantificar o efeito de maior digestibilidade da fibra de silagens de milho sobre o consumo, desempenho animal e composição de carcaça.

2 HIPÓTESE

O fornecimento de silagem de milho com maior digestibilidade da fibra do colmo promove maior consumo, ganho de peso e melhor composição da carcaça de novilhas Nelore.

3 OBJETIVO

Avaliar o efeito da digestibilidade da fibra do milho sobre o consumo, ganho de peso e composição da carcaça de novilhas Nelore em crescimento, de modo a validar este índice como indicador da qualidade nutricional de híbridos de milho em programas de melhoramento genético e de seleção de híbridos para silagem.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 EFEITO DA TAXA DE PASSAGEM SOBRE O CONSUMO E O DESEMPENHO DE NOVILHAS NELORE EM CRESCIMENTO

A produtividade dos ruminantes depende de sua habilidade em ingerir e extrair os nutrientes utilizáveis dos alimentos (ALLEN, 1996). As transformações digestivas que o alimento sofre são determinadas por seus atributos intrínsecos (quantidade e qualidade da fibra, densidade energética, volume ingerido) e pela interação com os processos cinéticos da digestão (ELLIS et al., 1994).

A composição química (fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), fibra bruta (FB)), características físicas (digestibilidade, taxa de passagem e função ruminal) e cinética de digestão são características dos carboidratos que afetam o consumo de matéria seca (CMS), digestão e utilização da ração total (MERTENS, 1992), a fim de atender as exigências nutricionais, predizer o desempenho de animais e estimar a lucratividade da exploração animal (NRC, 1996).

A taxa de passagem do alimento refere-se ao fluxo do alimento através do trato digestório. O fluxo ruminal inclui além da fibra indigestível, bactérias e outras frações não degradadas do alimento (VAN SOEST, 1994). A quantidade e a composição da dieta são variáveis externas que afetam a taxa de digestão, a taxa de passagem e, dessa maneira, o *turnover* do conteúdo ruminal (VALADARES FILHO; PINA, 2006).

A ingestão é regulada pela exigência do animal, composição da dieta e disponibilidade de alimento. A composição da dieta, geralmente, determina a distribuição da população microbiana que utiliza os nutrientes dos alimentos do rúmen. Assim, dietas com altos teores de proteína favorecem microrganismos proteolíticos, enquanto as altas em amido, que são baixas em fibra, estão associadas a uma grande população de utilizadores de amido e, as dietas com alta fibra favorecem as celulolíticas (VAN SOEST, 1994).

A relação entre a presença de FDN e a capacidade do animal em consumir alimentos tem sido investigada, pois as diferenças de natureza química da fibra entre os ingredientes disponíveis para o balanceamento de dietas podem exercer influência na resposta animal e interferir na determinação das exigências em fibra. Dessa forma, tem sido proposta a

efetividade física como um parâmetro a ser utilizado na determinação da exigência de fibra pelo ruminante (BIANCHINI et al., 2007).

Em dietas com alto conteúdo de FDN, a eficiência de ruminação e mastigação é diminuída em razão do maior tempo de ruminação necessário para reduzir o tamanho das partículas, afetando a saída do material do rúmen-retículo (RR), o que diminui a ingestão de alimento (DULPHY et al., 1980). Além disso, o tempo de mastigação dos alimentos consumidos é limitado pela taxa de salivação, em virtude do alimento permanecer na boca até que seja totalmente umedecido para depois ser deglutido (NUSSIO et al., 2006).

A degradação microbiana dos carboidratos fibrosos requer tempo de retenção suficientemente longo, de forma a maximizar a produção de energia (OSBOURN et al., 1976; POPPI et al., 1980). O tempo de retenção do alimento depende de sua densidade (composição química e física), do tamanho da partícula, da taxa de digestão e do pH do ambiente ruminal (SUTHERLAND, 1988; RUSSELL et al., 1992).

A duração e intensidade da ruminação é fortemente determinada pelo nível e forma da fibra ingerida. Quando ruminantes aumentam a produção de saliva, aumentam ambos, tamponamento e diluição do conteúdo ruminal. A diluição faz com que a concentração de ácido ruminais seja menor em dietas à base de forragens em relação ao concentrado (50 a 100 *versus* 80 a 150 mmol/L) (VALADARES FILHO; PINA, 2006).

A relação entre volumoso e concentrado da dieta contribui para a variação na taxa de passagem, pois quanto maior a participação do concentrado, maior a taxa de passagem de partículas em relação às dietas ricas em FDN, possibilitando maior consumo e fornecendo maior quantidade de substrato para fermentação (OWENS; GOETSCH, 1993).

Fontes de fibra oriundas de forragem ou de fontes de fibra não forragem (co-produtos) diferem consideravelmente quanto a sua efetividade física (CLARK; ARMENTANO, 1997), pois dietas muito secas (> 80% matéria seca) favorecem a separação e seleção de ingredientes, assim como partículas muito longas e mal misturadas e, dietas com tamanho de partícula muito reduzidos diminuem a efetividade física da FDN e favorecem a acidose ruminal (SANTOS, 2006).

A efetividade da fibra é consequência das diferenças entre tamanhos de partícula, gravidade específica, tempo de mastigação total (ingestão e ruminação), tempo de retenção ruminal e, conseqüentemente, cinética ruminal (GRANT, 1997) e, tem sido usada como parâmetro para determinar a inclusão mínima de fibra na ração para evitar queda no desempenho animal, minimizando problemas metabólicos e, conseqüentemente, aumentando a lucratividade do produtor (OWENS, 2008b).

Krause e Combs (2003) observaram que a silagem de alfafa, em substituição parcial à silagem de milho, aumentou o tempo de ruminação, apesar dos tamanhos de partículas de forragem terem sido semelhantes, devido ao tipo de carboidrato fermentável usado nesse experimento, milho seco e grão úmido.

Dietas com baixo conteúdo de fibra e que tendem a ter altas taxas de digestão e produção de AGCC, requerem um maior grau de tamponamento no sistema ruminal, de forma a favorecer o desenvolvimento de espécies capazes de tolerar algum grau de redução no pH ruminal (SLYTER, 1976).

Segundo, Yang e Beauchemin (2006), o pH ruminal abaixo de 5,8 é resultado do acúmulo de ácidos graxos voláteis (AGV), devido a dietas contendo alta proporção de carboidrato fermentável e de forragem com baixa fibra efetiva, devido as bactérias celulolíticas não crescerem abaixo desse pH, sendo uma referência para a acidose subaguda ruminal (SARA). Embora esse tipo de dieta maximize a produção de leite, ela também aumenta a incidência de SARA, que pode reduzir a digestão da fibra, alterar o consumo e causar outros problemas de saúde como diarreia, baixa gordura no leite, laminite (NOCEK, 1997).

Os AGVs, encontrados no rúmen, são provenientes quase que em sua totalidade da fermentação dos carboidratos dietéticos. Estes ácidos constituem a principal fonte de energia para os ruminantes, considerando que somente uma pequena parte dos carboidratos escapa à degradação no rúmen (COELHO DA SILVA; LEÃO, 1979). Owens e Goetsch (1988) relataram que em dietas à base de forragens, os AGVs suprem cerca de 50-85% da energia metabolizável usada pelos ruminantes.

A fibra é um constituinte fundamental na manutenção da estabilidade do ambiente ruminal, alterando as proporções de AGCC, estimulando a ruminação e mantendo o pH em níveis adequados, em torno de 6,7, para o desenvolvimento microbiano. Embora a fibra seja definida nutricionalmente como a fração indigestível ou lentamente digestível dos alimentos, que ocupa espaço no TGI dos ruminantes, limitando o consumo da ração, pode estar relacionada tanto ao efeito de enchimento, quanto à densidade energética do alimento (MERTENS, 1992; 1997).

A moagem fina e pelotização dos alimentos aumentam a densidade da dieta e a ingestão, promovendo uma rápida passagem do material insolúvel. A retenção seletiva da fibra é uma função ruminal normal que tende a ser inibida em animais alimentados com grãos ou dietas com grande proporção de concentrado (VAN SOEST, 1994).

Alimentos com maior densidade ou com maior taxa de digestão localizam-se geralmente na porção inferior do estrato ruminal, próximo à entrada para o omaso. A capacidade do omaso de selecionar os alimentos depende além das características anteriores, também do tamanho da partícula, sendo que partículas maiores que 5 mm tendem a ficar mais tempo retidas no rúmen, pois não passam pelo esfíncter retículo-omasal (VALADARES FILHO; PINA, 2006).

A degradação física das forragens ingeridas pelos ruminantes dá-se pela combinação dos eventos: mastigação inicial durante a ingestão; mastigação durante a ruminação; fricção devido à movimentação da digesta e digestão microbiana (FAICHNEY, 1986).

Segundo Welch e Hooper (1988), o tempo gasto com ruminação é altamente correlacionado com o consumo de FDN em bovinos. Por isso, o aumento do tempo de ruminação por meio da manipulação do tamanho de partícula ou, do aumento da FDN na dieta, melhora o pH ruminal e reduz o risco de acidose no rúmen (YANG et al., 2001; KRAUSE et al., 2002).

O estado fisiológico em que o animal se encontra, como gestação, exercício, temperatura, frequência de alimentação e o período do dia, também determina o consumo, por alterar o volume ruminal ou a motilidade e, assim, mudar a taxa de passagem de partículas (OWENS; GOETSCH, 1993) que, segundo Barros (2011), sofre influências do nível de ingestão de matéria seca, composição química ou física da dieta, ingestão de água e da presença de sais ou tamponantes presentes na dieta.

A ingestão de matéria seca, de acordo com Balch e Campling (1962) varia inversamente com a capacidade de enchimento das forragens que representa a massa fibrosa. Van Soest (1965) encontrou que a ingestão voluntária de matéria seca (IVMS) de forragem, em ovinos, foi mais relacionada com o teor de fibra em detergente neutro (FDN) do que com outros parâmetros químicos. No entanto, de acordo com Mertens (1994), há evidências de que apenas a FDN, como parâmetro, é inadequado, pois o efeito de saciedade varia com o tamanho, fragilidade da partícula e taxa de extensão da digestão do FDN.

Segundo Beauchemin e Buchanan-Smith (1989), além do teor de FDN das dietas, a qualidade da FDN, ou seja, a degradabilidade ruminal da fibra também altera o tempo de ruminação. Fibras de digestão lenta ou indigestível impõem limitações de consumo de matéria seca (CMS) e energia (NUSSIO et al., 2006).

A ingestão e digestibilidade da MS de forragem são atributos-chave que determinam a produção do animal em pastejo (MINSON, 1990). Ambos os fatores são influenciados pela

proporção na parede celular, pela resistência da forragem e pelas estruturas fibrosas que se rompem em pequenas partículas durante a mastigação e a ingestão (NUSSIO et al., 2006).

4.2 EFEITO DA DIGESTIBILIDADE SOBRE O CONSUMO E O DESEMPENHO

A digestibilidade representa tanto a fração do alimento degradada no trato digestivo quanto à fração indigestível, excretada principalmente sob a forma de fezes. Por meio dos métodos de digestibilidade *in vivo*, digestibilidade *in vitro* e digestibilidade *in situ*, pode-se determinar a digestibilidade da dieta total (digestibilidade da matéria seca) e de frações da dieta ou nutrientes isolados (digestibilidade da matéria orgânica, FDA, FDN, proteína, balanço de minerais e aminoácidos) (OWENS, 2005).

Segundo Salazar (2009), a digestibilidade do alimento representa sua capacidade de permitir que o animal utilize seus nutrientes em maior ou menor escala. Essa capacidade é expressa pelo coeficiente de digestibilidade do nutriente, sendo uma característica do alimento, e não do animal. Portanto, depende de características químicas e físicas do alimento. As principais características químicas relacionadas à digestibilidade da fibra são a composição e a relação entre carboidratos estruturais e concentração de lignina. As características físicas, como capacidade de troca de cátions, hidratação das partículas, densidade e poder tampão estão relacionados ao tempo de colonização das partículas pelos microrganismos do TGI (lag time) e à taxa de digestão (NUSSIO; CAMPOS; LIMA, 2006).

Penati (1995) observou que os componentes da parede celular são os fatores que mais interferem na qualidade da MS da planta de milho, sendo a percentagem de lignina na MS o componente mais representativo, pois segundo Aydin, Grant e O'Rear (1999) inibe a digestão ruminal dos carboidratos da parede celular. Jung e Vogel (1986) também observaram uma forte relação entre concentração de lignina e digestibilidade de FDN, com base na avaliação de diferentes tipos de forragem com diferentes concentrações de lignina.

Ligninas são constituintes da parede celular resistentes à degradação de fungos e bactérias, que interferem na digestão dos polissacarídeos da parede celular, formando uma barreira física, que reduz a ação das enzimas microbianas. Em plantas forrageiras, o conteúdo de lignina, a estrutura e composição monomérica (proporção das subunidades p-hydroxyphenyl (H), guaiacyl (G) e syringyl (S)) e a ligação entre os componentes da parede celular (hemicelulose e celulose) influenciam diretamente a digestibilidade da parede celular (BARRIERE et al., 2003; PEDERSEN et al., 2005).

Apesar das elevadas quantidades de concentrado utilizadas nas dietas para produção de leite e carne, a forragem permanece como principal fonte de nutrientes para o animal ruminante. Entre as plantas forrageiras, a silagem de milho é o ingrediente mais utilizado na alimentação de ruminantes (SILVA, 2010).

A digestibilidade de milho forrageiro é influenciada, do ponto de vista macroscópico, pelo conteúdo de grãos e digestibilidade de colmos e folhas, ou, do ponto de vista microscópico, pelo conteúdo celular e digestibilidade da parede celular (HUNT et al., 1992; WOLF et al., 1993a).

Os principais parâmetros empregados para a avaliação da qualidade nutricional do milho são os teores de fibra em detergente neutro (FDN), de fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (LDA) que por se referirem à fibra, atuando também de indicativo da digestibilidade dos materiais (KRAKOWSKY et al., 2006).

O fator mais enfatizado para a avaliação da qualidade da silagem de milho é a porcentagem de grãos na matéria seca, baseado na suposição que o valor nutritivo de uma silagem é predominantemente influenciado pelo teor de grãos (MA et al., 2006). Isto porque trabalhos anteriores mostraram que os grãos de milho são mais digestíveis do que as folhas e hastes da planta, e, sendo assim, aumentando-se a proporção de grãos na MS, aumentar-se-ia a qualidade do volumoso (DAYNARD; HUNTER, 1975; ROTH et al., 1970; SCHMID et al., 1976, SONON et al., 1993).

No entanto, diversos pesquisadores (DEINUM; BAKKER, 1981; LUNDVALL et al., 1994; COORS, 1996; CABRAL et al., 2002) relataram que o aumento na porcentagem de grãos na matéria seca total pode diminuir a digestibilidade das outras partes da planta, não se mostrando correlacionada com a digestibilidade total da MS. O aumento da proporção de concentrado em dietas com baixo volumoso pode ocorrer uma redução na digestibilidade total da fibra (FDN, FB ou FDA) pelo aumento da ingestão de matéria seca devido ao aumento na taxa de passagem (VALADARES FILHO et al., 2000; TINE et al., 2001).

Há o reconhecimento de que critérios de seleção como grãos duros de alta densidade e com rápida taxa de secagem e hastes fortes, que favorecem a produção de grãos, podem ser indesejáveis para a colheita, fermentação e digestibilidade da silagem de milho. Híbridos de milho para silagem devem maturar mais lentamente com declínio gradual da umidade da planta, ter grãos macios e baixo teor de fibra em detergente neutro (FDN) com alta digestibilidade do FDN (DWYER et al., 1998). Na realidade, ao se selecionar híbridos de milho com maior porcentagem de grãos corre-se o risco de reduzir a digestibilidade da fibra

da silagem, devido à translocação de carboidratos da haste para os grãos (SILVA et al., 1999; NUSSIO et al., 2001).

A digestibilidade da fibra é um importante fator limitante do desempenho animal, já que o espaço ocupado pelos materiais volumosos e o tempo de permanência destes materiais no rúmen são aumentados com a maturação da planta, podendo alterar a dinâmica da fermentação ruminal, como também a velocidade de passagem do alimento por este compartimento, segundo observado por Ribeiro et al. (2001) e Ataíde Júnior et al. (2001), que trabalharam com feno de gramíneas de alta e baixa qualidade.

Os métodos de digestibilidade *in vitro* ou *in situ* da fibra em detergente neutro (FDN) da silagem de milho tem sido utilizados como indicadores da qualidade da fração volumosa (OBA; ALLEN, 1999a). Um bom modelo para avaliar o efeito de maior digestibilidade da fibra em dietas utilizando silagem de milho é o uso de híbridos de nervura marrom (brown-midrib) em 5 comparações com híbridos isogênicos normais. Híbridos de nervura marrom apresentam menor teor de lignina e maior digestibilidade da fibra (CHERNEY et al., 1991) sem alterar o teor de FDN (OBA; ALLEN, 1999a); porém apresentam menor produção de massa (COX; CHERNEY, 2003). Estudos com híbridos de nervura marrom demonstram o benefício de maior digestibilidade da fibra sobre o desempenho animal (TJARDES et al., 2002; QIU et al., 2003).

Vários estudos com silagens de milho de nervura marrom (bm3) demonstraram que o fornecimento de silagens com maior digestibilidade da FDN reduz o preenchimento ruminal, aumentando a rotatividade ruminal, promove maior consumo de MS e maior produtividade (DADO; ALLEN, 1996; OBA; ALLEN, 1999b, 2000; TINE et al., 2001; QIU et al., 2003), isso porque esses híbridos tem uma menor concentração de lignina na parede celular da planta, o que permite maior digestibilidade da FDN (CASTRO et al., 2010).

Há relação entre digestibilidade da silagem e o desempenho animal, indicando que híbridos de milho mais digestíveis resultam em melhora na eficiência da alimentação e, consequentemente, em melhor desempenho dos animais (BARRIERE et al., 1992; HUNT et al., 1992).

No trabalho de Barrière et al. (1995), citado na revisão de Barrière et al. (2003), os autores compararam híbridos de milho de maior e menor digestibilidade oferecidos para vacas leiteiras e observaram que a produção da gordura de leite diferiu de 1 a 3 kg entre os híbridos e o conteúdo de proteína no leite também variou conforme a produção de leite. Mahanna et al. (1994) relataram que pesquisas feitas pela Pioneer dos Estados Unidos encontraram dois híbridos com produção semelhante de forragem, diferindo em 15% quanto a digestibilidade.

Quando essas silagens foram fornecidas a bovinos em crescimento, compondo 65% da dieta, o híbrido mais digestível resultou em uma melhora de 11% na eficiência da alimentação e um ganho de peso médio diário 7%.

Oba e Allen (1999b) avaliaram o efeito da digestibilidade da FDN entre silagens de milho comum e de milho híbrido de nervura marrom, cujas concentrações de FDN foram semelhantes, sobre a ingestão de matéria seca e obtiveram que a digestibilidade da FDN melhora a IMS (2,1 a 2,6 kg/d, respectivamente) e produção de leite de vacas leiteiras.

Ao avaliar o desempenho animal em mestiços Nelore x Charolês, Rosa et al. (2004) encontraram maior consumo de FDN do híbrido AG5011 em comparação aos híbridos XL-344 e C-806. No entanto, a digestibilidade da fibra não foi avaliada. Segundo Van Soest (1994), em países tropicais a qualidade da fibra é inferior à qualidade em países de clima temperado. Portanto, espera-se um maior efeito da melhoria da qualidade da fibra sobre o desempenho animal (VAN SOEST, 1994).

A existência de grande variabilidade genética na digestibilidade da porção fibrosa de plantas de milho tem sido claramente demonstrada (ALLEN et al., 1990; SILVA et al., 1999), sendo que a digestibilidade *in vivo* da fibra em detergente neutro (FDN) pode variar de 32 a 60% (BARRIÈRE et al., 1995).

Os resultados obtidos por Salazar et al. (2010) demonstraram uma grande variação na digestibilidade do FDN entre os híbridos, uma vez que o híbrido IA33 X HC2-8-2 apresentou digestibilidade *in vitro* da FDN (DIVFDN) 48% maior do que o genótipo IA33 X HC1-2-1.

A digestibilidade da matéria seca da planta sofre, normalmente, pequenas alterações com a maturação fisiológica. Isto pode ser explicado pelas diferenças nos componentes da planta em diferentes estádios de maturação, sendo que nos estádios iniciais existe maior participação do colmo na qualidade da planta. Já em estádios mais avançados, a fração grãos, caracterizada por maior densidade energética e maior teor de matéria seca, é a que ocorre em maior proporção. Em contrapartida, simultaneamente, o colmo perde qualidade pelo espessamento e lignificação da parede celular (SILVA, 1997), tornando necessária a observação do grau de maturidade ideal da planta a ser colhida, em razão de seu efeito sobre o valor nutritivo da silagem (ALVAREZ et al., 2006).

O milho, diferentemente das demais forragens, normalmente não apresenta aumento do teor de FDN com o avanço da maturidade, podendo até mesmo ocorrer uma redução no teor total de FDN (JOHNSON et al., 2002). Essa queda no valor total de FDN, com o avanço da maturidade, pode ser explicada pelo acúmulo de amido nos grãos (FILYA, 2004). A translocação de nutrientes da parte aérea para os grãos (FERREIRA, 2001) pode acarretar

aumento do teor de FDN, FDA e lignina do colmo, com o avanço da maturidade (ESTRADA-FLORES et al., 2006; MASOERO et al., 2006).

A definição do momento da colheita deve considerar que a planta deveria ser colhida em um estágio fisiológico no qual o teor de FDN estivesse diluído pelo progressivo aumento no teor de amido decorrente do enchimento do grão. O enchimento do grão e a perda de digestibilidade dos componentes da haste são eventos concomitantes, e assim, historicamente, observou-se uma variação mínima na digestibilidade da matéria seca, com o aumento no teor de MS na planta, desde o estágio de grãos leitosos até o de grãos duros (NÚSSIO et al., 2001).

Johnson et al. (2002), avaliando dois híbridos de milho, concluíram que a maturidade afeta a digestibilidade da planta, em função da relação fonte-dreno e, conseqüentemente, diminui o desempenho animal, indicando que o ponto ótimo de colheita é quando se observa a linha do leite em dois terços do grão.

A importância da participação dos grãos como o principal fator responsável pela qualidade da silagem de milho foi questionada por Hunter (1978) que comprovou a existência de uma variação genotípica na qualidade da planta, expressa pelo consumo de MS e pela digestibilidade da forragem. Uma vez essas variações foram independentes da proporção de grãos na MS da planta, deduz-se que as folhas e o colmo devem contribuir significativamente com qualidade. Em ensaios de digestibilidade com ovinos, Lavezzo et al. (1997) verificaram que os coeficientes de digestibilidade geralmente, variam pouco com a maturidade do milho (grãos no estágio leitoso, pamonha, farináceo ou semiduro), sendo que os melhores resultados foram observados quando os grãos se encontravam em estágio leitoso ou farináceo. Entretanto, notaram que outros componentes, como haste e folhas, variaram com a maturidade da planta e interferiram na digestibilidade da matéria seca da silagem de milho.

Com o avanço da maturidade das plantas, ocorre queda da digestibilidade dos tecidos da haste de forragens, e essa queda está associada ao acúmulo de lignina (BRITO et al., 2003). Entretanto, o grau em que as diferentes partes da planta e seus tecidos lignificam-se varia grandemente (WILSON, 1993). Essa diferença de lignificação, específica para cada tecido, pode ser responsável pela baixa correlação entre concentração de lignina e digestibilidade da parede celular de amostras de forragens com maturidade similar (JUNG; CASLER, 2006).

A época de colheita também pode afetar o valor nutritivo do milho, cultivado para silagem, pois quando a planta é colhida com matéria seca (MS) abaixo de 30%, resulta em perdas excessiva de nutrientes do escoamento do silo e a concentração de energia pode ser baixa por causa do mau desenvolvimento de amido. Na colheita do milho maduro (> 50% de

MS), o valor nutritivo por causa da baixa digestibilidade e do amido (WIERSMA et al., 1993).

4.3 DEGRADAÇÃO DA CELULOSE POR BACTÉRIAS CELULOLÍTICAS

O rúmen é considerado um ecossistema microbiano diverso, pois habitam em seu interior três tipos de microorganismos ativos: bactérias, protozoários e fungos. A massa bacteriana presente no rúmen varia com o tipo de dieta, nível de consumo e tempo após ingestão do alimento (KOZLOSKI, 2009).

Os microrganismos ruminais, estão agrupados em função do substrato que fermentam e podem ser classificados em fermentadores de carboidratos estruturais, não-estruturais, proteolíticos, metanogênicos, lácticos e lipolíticos. Os fermentadores de carboidratos estruturais possuem a capacidade de hidrolisar a celulose, hemicelulose e pectina e sua variedade é pequena. Já os fermentadores de carboidratos não estruturais, como amido e açúcares, apresentam maior variabilidade (STEWART; FLINT; BRYANT, 1997; VALADARES FILHO; PINA, 2006).

Os alimentos que chegam ao rúmen são constituintes de estruturas moleculares complexas (polissacarídeos) e de alto peso molecular, indisponíveis às células bacterianas ruminais. Assim, para atender às necessidades nutricionais bacterianas, estas estruturas são degradadas extracelularmente até porções monoméricas, passíveis de entrarem na célula e serem metabolizadas (HOOVER; STOKES, 1991; WHITERS, 1992).

Em geral, todos os polissacarídeos são degradados extracelularmente até suas unidades fundamentais (monossacarídeos), os quais entram na célula bacteriana, são metabolizados por uma rota comum até piruvato e este, por sua vez, originam os ácidos graxos voláteis (AGV). O principal nutriente para os ruminantes são os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e sua produção depende inteiramente dos microrganismos como bactérias, protozoários e fungos que colonizam o rúmen (VAN SOEST, 1994).

A proteína da dieta pode ser utilizada tanto como fonte de aminoácidos para a síntese de proteína microbiana, como fonte de energia para os mesmos. A fração nitrogenada do alimento, que é em parte ou totalmente degradada no rúmen, fornece peptídeos, aminoácidos e amônia para síntese de proteína microbiana e também pode atuar como fonte de energia, permitindo a multiplicação celular. A proteína microbiana e a fração protéica que escapa da

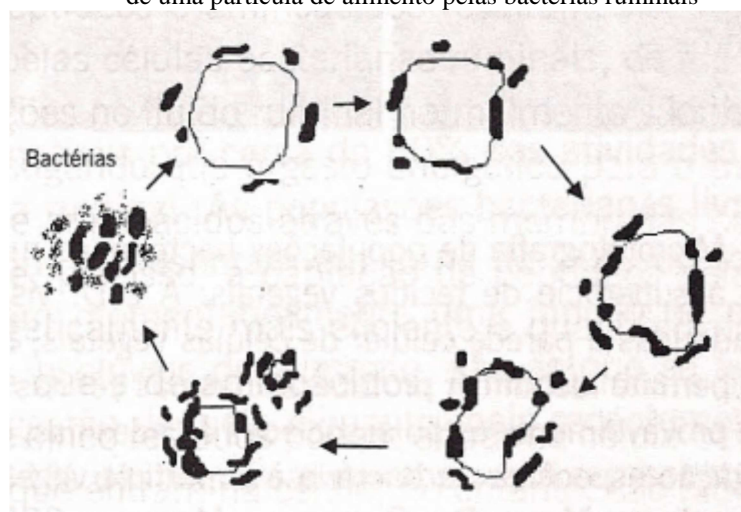
degradação ruminal são digeridas e absorvidas no restante do trato gastrointestinal do animal e representam a fonte de aminoácidos para atender às exigências protéicas do metabolismo do ruminante (RUSSEL et al., 1992; ARCURI; LOPES; CARNEIRO, 2006).

Os microrganismos ruminais que interagem com as partículas de alimento podem ser funcionalmente descritos em três sub populações distintas: 1) bactérias livres, associadas ao fluido ruminal; 2) bactérias fracamente associadas às partículas; e 3) bactérias fortemente aderidas as partículas de alimento (McALLISTER et al., 1994).

O processo de aderência é o início da degradação do alimento no rúmen, que se dá pela colonização do substrato (WEIMER, 1996) e podem ser afetados por diversos fatores, entre eles: 1) fatores relacionados às bactérias, como maturidade, condições dos componentes do glicocálix e competição microbiana; 2) fatores relacionados ao substrato, incluindo proteção dos tecidos da planta pela cutícula, área de superfície, hidratação, carga iônica e capacidade de troca catiônica; e 3) fatores relacionados ao ambiente, como pH, temperatura e a presença de O₂, cátions e carboidratos solúveis (MIRON et al., 2001).

A necessidade da adesão, para digestão da celulose por bactérias ruminais, foi demonstrada observando-se que uma baixa concentração de metilcelulose, a qual bloqueia a adesão da bactéria a celulose, também bloqueou a digestão da celulose (CHESSON; FORSBERG, 1997). Miron et al. (2001) relataram que a adesão bacteriana às partículas de alimentos pode ser descrita em quatro fases (Figura 1):

Figura 1 - Representação esquemática da colonização e degradação de uma partícula de alimento pelas bactérias ruminais



Fonte: Kozloski (2009).

Fase I: inicia poucos minutos após a ingestão do alimento e envolve o contato aleatório das populações bacterianas que estão livres no fluído ruminal com a partícula recém-ingrida.

Fase II: ocorre adesão não específica, envolvendo a participação de moléculas de natureza protéica, lipídica e glicídica, presentes na superfície externa da célula bacteriana, as quais interagem com moléculas da superfície das partículas por meio de interações iônicas, hidrofóbicas e forças de Van Der Waals (provavelmente cátions divalentes, como cálcio e magnésio, também participam dessas interações).

Fase III: processo pelo qual há interação específica e induzida entre moléculas presentes na superfície externa bacteriana, denominadas ligantes ou adesinas, que reconhecem receptores na superfície exposta da partícula.

Fase IV: ocorre a proliferação celular e formação de colônias bacterianas, na forma de biofilmes, sobre as áreas expostas e potencialmente digestíveis das partículas de alimento.

A população aderida às partículas representa 70 – 80% da biomassa bacteriana, as quais são responsáveis por cerca de 80% das atividades de glicolítica e proteolítica ruminal. As populações bacterianas livres no fluído ruminal, que representam em torno de 20% do total, são as que se aderem e iniciam a digestão do alimento recém-ingridido (KOZLOSKI, 2009). Martin e Michalet-Doreau (1995) observaram que a maior parte da população microbiana do rúmen encontra-se aderida a fase sólida do conteúdo em comparação ao fluído ruminal e Michalet-Doreau et al. (2001) concluíram que as bactérias não são igualmente distribuídas por todo o conteúdo ruminal: espécies celulolíticas estão presentes em maior proporção na fase sólida do conteúdo ruminal.

As bactérias fibrolíticas como *Fibrobacter succinogenes* e *Ruminococcus flavefaciens*, segundo Chesson e Forsberg (1997), apresentam especificidades diferentes para se ligarem ao substrato, o que reduz a competição entre elas.

A digestão da celulose envolve a adesão de células microbianas às fibras através do glicocálix, uma estrutura glicoproteica associada à parede da célula bacteriana, que protege tanto as células de engolfamento por protozoários quanto às enzimas celulolíticas da degradação por proteases ruminais, enquanto mantém os produtos da degradação enzimática disponíveis para serem utilizados pelas bactérias. Estas propriedades, em geral, fornecem uma enorme vantagem seletiva às bactérias celulolíticas no ambiente ruminal, pois otimiza a hidrólise da celulose e a utilização eficaz dos produtos dessa quebra (glicose e xilose)

(WEIMER, 1996¹ apud FARENZENA, 2010, p.), mas celodextrinas e celobiose também são liberadas como produtos intermediários. A degradação da hemicelulose libera como produto final, principalmente, xilose, e é catalisada por endoxilanases e β -xilosidades (KRAUSE et al., 2003).

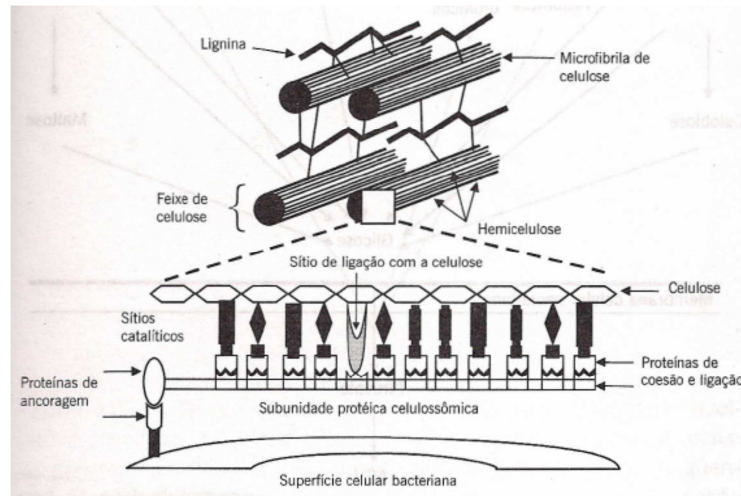
A digestão ruminal depende tanto da atividade microbiana quanto do tempo e grau de contato entre microrganismos e as partículas do alimento. O tamanho de partícula também contribui para essa interação já que determina a área útil para o ataque enzimático (DOREAU et al., 2003). Nessa pequena área, durante a digestão, as enzimas ficam protegidas e uma maior proporção de nutrientes, que são liberados por hidrólise, é capturada pelas células aderidas (MCALLISTER et al., 1994). Com isso há o aumento da população de bactérias aderentes sobre o substrato até que as células são liberadas passando para o fluído ruminal, para recolonizarem um novo substrato (CHURCH, 1993).

Krause et al. (2003) relataram que uma complexa população de microrganismos fibrolíticos catalisam a degradação da fibra no rúmen, e que as glicosil hidrolases são as principais enzimas extracelulares envolvidas na degradação da celulose e hemicelulose, hidrolisando as ligações glicosídicas entre carboidratos, ou ainda entre uma molécula de carboidrato e outra molécula. A estratégia utilizada pelas bactérias ruminais para aumentar a hidrólise da celulose e hemicelulose é o uso de enzimas celulolíticas e hemicelulolíticas localizadas principalmente na superfície celular, provavelmente em complexos multienzimáticos associados à membrana das bactérias, os chamados celulosomas (WEIMER, 1996; KOZLOSKI, 2009).

O celulosoma (Figura 2) é uma estrutura de alto peso molecular, constituída por subunidades catalíticas, onde estão presentes celulasas, glicosidades e xilanases, entre outras; e subunidades não catalíticas, que ligam o complexo enzimático com a parede celular bacteriana e são também responsáveis pela adesão específica da bactéria ao substrato (BAYER et al., 1998).

¹WEIMER, P. J. Why don't ruminal bacteria digest cellulose faster? **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 79, n. 8, p. 1496–1502, Aug. 1996.

Figura 2 - Representação esquemática do celulosoma, o qual é um complexo multifuncional associado à parede da célula bacteriana



Fonte: Kozloski (2009).

4.4 EFEITO DAS BACTÉRIAS CELULOLÍTICAS SOBRE A DIGESTIBILIDADE DA FIBRA E DO CONCENTRADO

O manejo nutricional induz alterações na fisiologia ruminal, uma vez que o tipo de alimento altera a população de microrganismos, taxa de passagem do alimento, a motilidade e a velocidade de absorção dos nutrientes, exercendo grande influência sobre a digestão, porém, a quantidade e composição da dieta são variáveis externas que afetam a taxa de digestão e a de passagem, alterando assim os processos de renovação do conteúdo ruminal (BASTOS, 2009).

Os substratos determinarão as comunidades de microrganismos que os fermentarão, influenciando a produção de AGV e o fluxo de proteína microbiana para o intestino delgado, e alterando a proporção molar entre os ácidos graxos de cadeia curta (BERGMAN et al., 1990). Segundo Valadares Filho e Pina (2006), a mudança repentina na dieta é o principal fator que determina o grau de perturbação da fermentação ruminal, uma vez que altera o balanço de fermentação pelas espécies microbianas.

A fermentação ruminal é um processo resultante de atividades físicas e microbiológicas que transformam os substratos da dieta em produtos que são úteis (ácidos graxos de cadeia curta, proteína microbiana, vitaminas do complexo B), inúteis (metano (CH₄), gás carbônico (CO₂)) e também nocivos (amônia), quando em excesso, para o animal hospedeiro. A população microbiana é mantida no rúmen por meio da ingestão contínua de

alimentos, da adição de tampões produzidos pelo animal hospedeiro, da eliminação dos ácidos produzidos e dos resíduos alimentícios não digestíveis, bem como da manutenção das condições ambientais deste órgão (pH, temperatura e umidade) apropriadas para o crescimento microbiano (OWENS; GOETSCH, 1993).

Segundo Valadares Filho e Pina (2006), a fermentação microbiana ruminal deve ser considerada uma função independente das necessidades do hospedeiro, mesmo que o animal exerça controle sobre certos fatores ruminais, como, ingestão de alimento, produção de saliva e taxa de passagem. Porém, o animal possui controle limitado sobre a população microbiana e, conseqüentemente, seu controle sobre a fermentação também será limitado.

O crescimento microbiano é discutido pelo NRC (1985) em três contextos: eficiência microbiana, massa microbiana e fluxo microbiano. A eficiência e a massa microbiana são dependentes do substrato disponível para fermentação no rúmen, composição e taxa de fermentação do substrato e fatores intrínsecos ao ambiente ruminal. O fluxo microbiano é dependente das relações entre o tamanho de partícula, o volume e a taxa de passagem no rúmen, tornando-se importante por causa dos requerimentos de manutenção dos microrganismos ruminais, os quais aumentam sob lentas taxas de passagem, resultando em relativo aumento na ineficiência da energia fermentada (POLAN, 1988).

A eficiência microbiana pode ser representada pela produção de células microbianas (número ou massa) sintetizadas por unidade de substrato utilizada. Nos sistemas de exigências nutricionais de ruminantes, a eficiência microbiana pode ser expressa como função do nitrogênio degradável total (NDT) (NRC, 2001), da energia metabolizável fermentável (AFRC, 1993) ou da disponibilidade de carboidratos no rúmen (RUSSELL et al., 1992).

Dos fatores que afetam a eficiência microbiana, destacam-se: a disponibilidade e a sincronização entre energia e os compostos nitrogenados (PIRT, 1965; VAN KESSEL; RUSSEL, 1996; DIJKSTRA et al., 1998; RUSSEL, 1998² apud CABRAL et al., 2008). Considerando que em condições tropicais, os carboidratos fibrosos (CF) são a maior fonte de energia no rúmen e que as gramíneas destas regiões apresentam teores médios ou baixos de proteína, a disponibilidade de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no rúmen pode ser o principal fator limitante do crescimento microbiano neste compartimento (NOLAN; LENG, 1972).

O fornecimento de dietas compostas por grande quantidade de carboidratos prontamente fermentescíveis provavelmente gera mudanças mais drásticas na população e na

²RUSSELL, J.B. Strategies that ruminal bacteria use to handle excess carbohydrate. **Journal of Animal Science**, v.76, n.8, p.1955-1963, 1998.

fermentação ruminal, por dar condições a microrganismos facultativos oportunistas que podem dominar a fermentação, conduzindo a quadros de acidose aguda, promovida pelo *Streptococcus bovis* e *Lactobacillus* sp. Esse quadro deve-se ao aumento das concentrações de lactato no rúmen e a incapacidade do aumento na população das bactérias que utilizam esse composto, fazendo com que haja acúmulo desse ácido, resultando em redução do pH ruminal.

O ambiente ruminal é influenciado pelo pH, pois ele permite ou não a proliferação de determinadas espécies que habitam o rúmen, exercendo assim impacto na fermentação ruminal, além de outras influências, como motilidade e absorção ruminal (NAGARAJA; TITGEMEYER, 2007).

As oscilações cíclicas que ocorrem no pH ruminal ao longo do dia são reflexo das atividades metabólicas do rúmen e resultam de mudanças na concentração de ácidos graxos de cadeia curta, na quantidade de saliva produzida e na velocidade de absorção dos produtos finais da fermentação (CHURCH, 1993). Segundo Orskov (1986), a redução do pH ruminal ocorre, principalmente, após a ingestão rápida de alimento, por causa de rápida taxa de fermentação.

Em dietas contendo maior teor de fibra ou carboidratos estruturais, predominam as bactérias celulolíticas e o pH ruminal é menos ácido, em torno de 6,7, mantendo-se estável devido à lenta taxa de digestão. Ao se elevar o teor de concentrados energéticos ou carboidratos não estruturais, altamente fermentescíveis, o pH ruminal torna-se mais ácido e a microbiota é menos variada que nas dietas a base de forragem, predominando as bactérias amilolíticas ou fermentadoras de carboidratos não estruturais (CHURCH, 1993).

O pH ruminal é uma característica importante associada à degradação da fração fibrosa dos volumosos utilizados na alimentação de ruminantes. Esse parece ser o principal impacto para redução na degradação da fibra (HOOVER, 1986), pois, quando o pH atinge valores de 5,5 ou 5,0, o crescimento dos microrganismos celulolíticos e a digestão da fibra podem ser completamente inibidos. McCollum e Galyean (1985) observaram que o pH da digesta ruminal, amostrada em vários horários, não foi influenciado pela suplementação protéico-energética e variou de 6,2 a 6,5 quando novilhos foram alimentados com feno de pasto nativo de baixa qualidade.

Além disso, se o acesso aos componentes do alimento limita a taxa de digestão, a redução do tamanho de partículas aumenta a superfície de contato do alimento com os microrganismos, aumentando assim sua taxa de degradação. Um exemplo desse aumento é a diferença entre valores das taxas de degradação ruminal, maiores para grãos submetidos à

moagem fina ou flocculação em relação aos grãos inteiros que são menos suscetíveis ao ataque microbiano (BASTOS, 2009).

Durante a fermentação, há formação de compostos de cadeias lineares ou ramificadas, os ácidos graxos de cadeia curta, juntamente com pequenas quantidades de outros compostos orgânicos, tais como metano, dióxido de carbono, lactato e álcool que são de extrema importância tanto para o hospedeiro como para os microrganismos ruminais, por serem os substratos essenciais em processos metabólicos, como lipogênese, glicogênese e fornecimento de substrato para crescimento microbiano, aumentando assim, a síntese de proteína microbiana, proteína de alto valor biológico (VALADARES FILHO; PINA, 2006; BASTOS, 2009).

A relação e a quantidade dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) são dependentes do substrato fermentado no rúmen, sendo a maior parte constituída por celulose, hemicelulose, pectina, amido, dextrinas e carboidratos solúveis (BERGMAN et al., 1990). Os mais predominantes são o ácido propiônico, utilizado pelo fígado para a síntese de glicose (gliconeogênese), o acetato, utilizado pelos tecidos musculares, mamário e adiposo como fonte de energia e precursor de gordura corporal e do leite, e o ácido butírico, utilizado pelo epitélio ruminal, onde é convertido em β -hidroxibutirato e utilizado como fonte energética, sendo utilizado também para síntese de gordura em outros tecidos.

Esses AGCCs são absorvidos pela parede ruminal e utilizados pelos tecidos em três grandes funções: fornecimento imediato de energia (oxidação), síntese de gordura e síntese de glicose. Entre os AGCCs, o mais abundante é o acetato, onde a relação molar de acetato, propionato e butirato pode variar de 75:15:10 a 40:40:20, de acordo com a dieta ofertada, taxa de produção, taxa de absorção pelo epitélio ruminal, de sua diluição pela saliva e de sua utilização pelos microrganismos para a geração de outros metabólitos (Tabela 1). (VALADARES FILHO; PINA, 2006).

Tabela 1 - Produção de ácidos graxos de cadeia curta, CO₂, H₂ e metano, expressa em moles por mol de glicose fermentado, conforme o tipo de dieta

Produtos	Dieta rica em fibra	Dieta rica em concentrado
Acetato	1,34	0,90
Propionato	0,45	0,70
Butirato	0,11	0,20
Rel. Acetato:Propionato	3:1	1:3:1
CO ₂	1,53	1,30
H ₂	2,44	1,50
Metano	0,61	0,38

Fonte: (BASTOS, 2009)

4.5 IMPACTO DA SUPLEMENTAÇÃO NA PUBERDADE DE NOVILHAS EM CRESCIMENTO

A puberdade nas novilhas é definida como o momento em que se manifesta o primeiro cio acompanhado de ovulação, com posterior formação de corpo lúteo funcional e aumento dos níveis circulantes de progesterona (NIELSEN et al., 1985). Dentre os fatores determinantes do surgimento da puberdade em bovinos, destaca-se a composição genética, a idade, o peso vivo (PV), a condição corporal, a intensidade de ganho de peso e o ambiente (MARTIN et al., 1992).

O primeiro parto de novilhas de corte aos dois anos decorre de um conjunto de práticas de alimentação e manejo dentro de um rebanho de cria associado à genética animal para puberdade precoce. Sabe-se que existe maior eficiência biológica nas fêmeas que pare pela primeira vez aos dois anos de idade. Nesse sistema haveria, potencialmente, maior lucratividade, pois a vaca produziria mais quilogramas de bezerros durante sua vida (ROCHA; LOBATO, 2002).

A ingestão adequada de nutrientes é fundamental para um bom desempenho reprodutivo em bovinos. Tanto o estado nutricional quanto metabólico da fêmea em reprodução afeta os parâmetros endócrinos, padrões de crescimento folicular e atividade lútea, e atividade secretória uterina. Estes efeitos influenciam o restabelecimento da atividade cíclica pós-parto e estabelecimento e manutenção da gestação (ROCHA et al., 2011).

As alternativas para assegurar adequada taxa de crescimento e sucesso reprodutivo são a utilização de pastagens cultivadas ou melhoradas, a suplementação energética e/ou protéica e o adequado manejo do campo nativo, ajustando e respeitando sua curva de produção às exigências do rebanho (LOBATO, 2003).

O principal fator nutricional que afeta o desempenho reprodutivo em fêmeas é o consumo de energia, pois afeta o balanço energético de vacas de leite, sendo provável que o mesmo ocorra para vacas de corte. No balanço de energia negativa, vacas têm menores concentrações plasmáticas de glicose, insulina e fator de crescimento semelhante à insulina-I (IGF-I); têm uma menor frequência de pulsos de hormônio luteinizante (LH); possuem baixas concentrações de progesterona no plasma; e apresentam alterações na atividade ovariana (ROCHA et al., 2011).

O uso de suplementos energéticos pré-acasalamento pode aumentar o aporte de nutrientes pelos animais, modificando a composição do ganho de peso e proporcionando

acúmulo de gordura precocemente (PILAU et al., 2005). Wiltbank (1985) relatou que novilhas, do período pré-púbere ao pós-parto, com reduzida ingestão de energia, tinham restrita resposta reprodutiva, ao contrário de novilhas com restrição em proteína, a qual teve efeitos mínimos.

As exigências de energia e de proteína podem ser divididas em exigências de manutenção e de ganho de peso. Para bovinos de corte na fase de crescimento, as exigências de energia de manutenção podem ser responsáveis por mais de 40 % das exigências totais de energia metabolizável (NRC, 1996).

Pilau e Lobato (2009), ao avaliarem o efeito da suplementação pré-acasalamento no desempenho reprodutivo de novilhas de corte entre 13 e 15 meses de idade, observaram que a suplementação energética por 48 dias pré-acasalamento proporcionou maior número de novilhas púberes ao início do período de reprodução, além de maior taxa de prenhez.

Sasser et al. (1988) estudando diferentes níveis alimentares à desmama a puberdade e no pós-parto subsequente de novilhas de corte, observaram que novilhas com baixo nível alimentar (nível energético para suprir 55% do peso adulto estimado) apresentaram maior idade à puberdade (272 dias) e menor peso ao início da estação de monta (280 kg PV) do que novilhas em nível alimentar considerado ótimo (nível energético para suprir 65% do peso adulto estimado) (252 dias e 313 kg PV). Além disso, a incidência de partos distócicos aumentou em 24% nos animais submetidos ao nível alimentar baixo.

Segundo Menegaz (2006), a limitação nutricional durante períodos críticos de desenvolvimento das novilhas, afeta a idade e o peso à puberdade. Ao desmame existem diferenças de peso entre as terneiras, as quais tendem a ser mantidas durante o crescimento, caso não sejam tomadas medidas para padronizar o peso de todo o lote até a época do primeiro acasalamento.

Fêmeas jovens destinadas à reprodução apresentam maiores exigências nutricionais, pois além de estarem em fase de crescimento necessitam de nutrientes para a reprodução, sendo que a fêmea bovina apresenta crescimento ativo até os quatro anos de idade (FREETLY, 1999).

A utilização do escore de condição corporal (ECC) é um instrumento de grande utilidade para o manejo reprodutivo dos rebanhos (BOSSIS et al., 2000), o qual é um dos fatores que podem afetar o crescimento e a persistência do folículo dominante (RHODES et al., 1995), porém, não pode ser considerado em termos absolutos como elemento único de referência, porque esse parâmetro sofre influência da raça, biotipo, idade, estado fisiológico, época do ano, dentre outros (SCAGLIA, 1997).

Uma perda excessiva de peso decorrente da subnutrição pode levar ao anestro em vacas a de corte (RICE, 1996), principalmente naqueles animais que pariram com baixo escore da condição corporal (ECC), ou naqueles que ainda estão em crescimento (NRC, 1996). Em vacas de corte, a baixa concentração de proteína bruta na dieta durante os períodos pré e pós-parto influencia o retorno à atividade cíclica, e reduz a taxa de prenhez durante a estação de monta (SANTOS, 1998).

Sasser et al. (1998), relataram que uma ingestão inadequada de proteína durante os períodos de pré e pós-parto resultaram em uma taxa de gestação de 32%, enquanto vacas com alta ingestão proteica, e que receberam dietas isocalóricas, apresentam taxa de gestação de 74%.

A ingestão de baixos níveis de proteína bruta (PB) é algo comum em dieta de vacas de corte sob pastejo. Naturalmente, essa baixa ingestão de PB é prejudicial ao seu desempenho reprodutivo. Níveis de PB na dieta abaixo dos recomendados durante os períodos pré e pós-parto afetam negativamente o desempenho reprodutivo de vacas de corte com bezerro ao pé (RANDEL, 1990). Por outro lado, dietas com excesso de PB ou de proteína degradável no rúmen também têm sido associadas com uma redução no desempenho reprodutivo (ELROD; BUTLER, 1993).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 LOCAIS E LABORATÓRIOS

O plantio do milho foi realizado em 8 hectares agrícolas, próximo a uma reserva florestal, cedidos pela Prefeitura Administrativa do Campus de Pirassununga da Universidade de São Paulo (PUSP-P).

A área está situada nas coordenadas geográficas: latitude Sul 21°59'45'', longitude Oeste 47°25'33'', a 627 m de altitude. A altitude local é de 634 m e o clima, segundo a classificação do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) é do tipo tropical de altitude, com chuvas de outubro a março e inverno relativamente seco. A média anual de precipitação pluviométrica é 1.303 mm e a temperatura compensada de 23 °C e a umidade relativa do ar varia entre 60 e 80 %.

O confinamento foi conduzido nas dependências do Laboratório de Pesquisa em Gado de Corte (LPGC) do Departamento de Nutrição e Produção Animal (VNP) da FMVZ/USP e as análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia VNP/FMVZ/USP.

5.2 SELEÇÃO E PLANTIO DOS HÍBRIDOS DE MILHO

A escolha dos híbridos baseou-se nos resultados de pesquisas realizadas no Instituto Agrônomo de Campinas, onde os híbridos IAC 8390 (ciclo normal) e 30F90 (ciclo tardio) se destacaram pela maior digestibilidade da porção fibrosa com média de 50,9% de digestibilidade *in vitro* da matéria original (DIVMO), enquanto os híbridos 30S40 (ciclo precoce) e DKB 390 (ciclo precoce) apresentaram menor digestibilidade da fração fibrosa com média de 48,0% da DIVMO.

Os híbridos foram plantados no dia 08 de dezembro de 2010, em área de boa fertilidade (Tabela 2), cujo solo é classificado como latossolo vermelho escuro, argiloso, distrófico (EMBRAPA, 2010) e adubados com 310 kg/ha da fórmula de 8-28-16 (N-P-K) no

momento do plantio, com posterior adubação em cobertura com 350 kg/ha da fórmula 30.00.10, quando a planta do milho estava com 6 folhas (Figura 3).

Tabela 2 – Análise de solo da área de plantio dos 4 híbridos de milho

Pacaembú	pH CaCl ₂	P	S	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	SB	V	m
		mg/dm ³		mmolc/dm ³							%	
0 – 20 cm	6,2	60	17	3,4	70	14	18	TR	105	87	83	TR
20 – 40 cm	5,7	25	35	3,0	34	6	21	TR	64	43	67	TR

Figura 3 – Adubação de cobertura, feita no estágio V9 do milho (*Zea mays*)



5.3 AMOSTRAGEM PARA ACOMPANHAMENTO DA COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E DIGESTIBILIDADE DOS HÍBRIDOS DE MILHO

No interior de cada híbrido foram estabelecidos, ao acaso, três blocos de 4 linhas espaçadas por 0,83 m por 5 m de comprimento, em um total de 27 plantas por linha. Essas parcelas experimentais foram colhidas nos dias 08/02/2011 (62 dias após plantio), 28/02/2011 (82 dias após plantio) e na colheita no dia 22/03/2011 (104 dias após o plantio).

A cada data de corte, 10 plantas inteiras foram cortadas rente ao solo e pesadas, 5 foram separadas em nas frações folhas, colmos e espigas, e do restante separou-se o 3º internódio para futuras análises de expressão gênica. As frações foram pesadas, picadas, acondicionadas e armazenadas em freezer a 20°C para posterior análise de digestibilidade in vitro da FDN (DIVFDN), para escolha das silagens para a dieta experimental.

5.4 COLHEITA E CONFECÇÃO DAS SILAGENS DA PLANTA INTEIRA E DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO

Todos os híbridos foram colhidos para confecção das silagens de planta inteira e silagens de grão úmido de milho (SGU), para utilização como concentrado nas dietas experimentais. As silagens experimentais foram confeccionadas em silos tubulares revestidos de lona plástica do tipo bolsa (Silobag), com diâmetro de 2,7 m e 60 m de comprimento. Os outros dois híbridos de milho (IAC 8390 e DKB 390) foram colhidos para confecção de silagem de grão úmido de milho (SGU) para utilização como concentrado nas dietas experimentais (Figura 4).

Figura 4 - Confecção das silagens de planta inteira e de grão úmido em silo tipo bolsa





5.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Quarenta e oito novilhas pré-púberes da raça Nelore, com idade aproximada de 12 meses foram separadas de acordo com o peso vivo inicial (PVi) (Tabela 3) e distribuídas aleatoriamente em quatro grupos experimentais (baia), com 3 animais cada, de acordo com a dieta oferecida e, alojadas sob condições ambientais de luz e temperatura. Os cochos são de alvenaria com pelo menos 70 cm lineares por cabeça, dando acesso a todos os animais ao mesmo tempo e reduzindo a competição individual pelo alimento (Figura 5).

Figura 5 - Confinamento LPGC, alocação dos animais nas baias



Tabela 3 - Blocos de acordo com o peso vivo inicial

Blocos	PV _{inicial} ¹ , kg	EPM ²
1	241	4,4
2	256	4,4
3	264	4,4
4	273	4,4

¹Peso vivo em 04/11/2011. ²Erro padrão da média

O experimento foi constituído por três períodos com duração de 21 dias cada, sendo a fase de adaptação de 10 dias antes do início do experimento. A cada início de período, os animais eram pesados individualmente, após jejum da dieta de 12 horas. Foi avaliada a composição da carcaça *in vitro* no início do primeiro período e no final dos quatro períodos por meio de equipamento de ultrassom Aloka SSD500, equipado com transdutor linear de 3,5 MHz e 178 mm de comprimento acoplado a uma guia. A todo início de período, foi calculado a média do ganho de peso/baia e a conversão alimentar/baia do período anterior.

5.6 DIETAS

Os dois híbridos de milho com maior e menor digestibilidade, respectivamente da FDN do colmo, 30F90 e 30S40, foram utilizados nas dietas experimentais, nas proporções 60 e 80% da MS, na forma de silagem. Foram utilizadas quatro dietas experimentais: A) silagem de alta qualidade da fibra e 20% de concentrado; B) silagem de alta qualidade da fibra e 40% de concentrado, C) silagem de baixa qualidade da fibra e 20% de concentrado, e D) silagem de baixa qualidade da fibra e 40% de concentrado.

O concentrado da dieta com 20% de concentrado era composto de milho moído, farelo de soja, uréia, calcário e suplemento mineral para bovinos de leite (Frimix Novilha TL[®]) e o concentrado das dietas com 40% de concentrado a base de milho moído, farelo de soja e suplemento mineral para bovinos de leite (Frimix Novilha TL[®]). A composição das dietas experimentais encontra-se na tabela 4, seguida da composição química da dieta na tabela 5.

Tabela 4 - Composição das dietas experimentais (% da MS)

Ingredientes	Nível de concentrado na dieta			
	20%		40%	
	Híbridos de milho			
	30F90	30S40	30F90	30S40
Silagem de milho com alta digestibilidade	80		60	
Silagem de milho com baixa digestibilidade		80		60
Silagem de grão úmido de milho	3,6	3,6	7,1	7,1
Milho moído	3,6	3,6	20,8	20,8
Farelo de soja	11,4	11,4	10,0	10,0
Ureia			0,4	0,4
Frimix Novilha TL	1,4	1,4	1,4	1,4
Calcário			0,3	0,3
Ganho diário estimado (kg/d)	0,80	0,80	0,95	0,95

Tabela 5 - Composição bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais

Ingredientes	30F90	30S40	SGU ³	Conc. Alto	Conc. Baixo
Matéria Seca (MS) ¹	33,22 (± 0,65)	32,50 (±0,59)	90,33 (± 1,60)	90,65 (± 1,01)	64,34 (± 1,54)
Matéria Mineral (MM) ²	2,65 (± 1,22)	3,47 (± 0,20)	10,88 (± 0,89)	8,31 (±1,20)	1,39 (± 0,24)
Fibra em Detergente Neutro (FDN) ²	42,01 (± 2,07)	41,74 (± 3,87)	6,37 (± 0,40)	16,86 (± 2,46)	14,68 (± 1,94)
Lignina ²	1,93 (± 0,25)	2,64 (± 0,19)	1,27 (±0,14)	1,41 (± 0,62)	1,73 (± 0,35)
Proteína Bruta (PB) ²	8,99 (± 0,72)	8,81 (± 0,54)	9,26 (± 1,38)	33,91 (± 2,13)	24,94 (± 3,17)
Extrato Etéreo (EE) ²	2,22 (± 0,10)	2,00 (± 0,20)	5,24 (± 0,35)	1,82 (± 0,08)	2,51 (± 0,12)

¹Valor expresso em porcentagem da matéria natural; ²Valores expressos em porcentagem da matéria seca; ³Silagem de grão úmido

A água e as dietas foram fornecidas *ad libitum*. As dietas foram fornecidas na forma de ração total, duas vezes ao dia, às 7:00 e as 15:00 horas. O controle de consumo foi realizado em grupo por meio da pesagem diária das sobras e ajuste em 10% do total oferecido. Amostras das sobras e dos ingredientes da dieta foram coletadas semanalmente para fazer tamanho de partícula na peneira Penn State Forage Particle Separator e armazenadas em freezer a 20°C, para análise da composição bromatológica, posteriormente.

5.7 ANÁLISES LABORATORIAIS

As frações foram secas em estufa de ventilação forçada a $65^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 72h. Após moagem em moinho, com peneira com crivo de 1 mm, as amostras foram acondicionadas em frascos de plástico. Os teores de proteína bruta (PB) foram analisados segundo AOAC (1980), os teores de fibra em detergente neutro (FDN) segundo Van Soest et al. (1991) com 0,2 ml de α -amilase por amostra e uréia. Os teores de lignina em detergente ácido (LDA) seguiram a metodologia de Goering e Van Soest (1970). A concentração de lignina foi expressa tanto em termos de % de MS (LDA-MS) quanto em % de FDN (LDA-FDN), para estimar a correlação com digestibilidade da MS e da FDN.

Para determinação da digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) e da FDN (DIVFDN) das amostras de colmo das parcelas experimentais, 0,5 g de amostra foi incubado na incubadora TE-150 (Tecnal, Piracicaba, SP) por 30 h a 39°C com solução tampão de Mc Dougall (40 mL) e líquido ruminal (10 mL), segundo protocolo de Tiley e Terry (1963). Apenas a fase fermentativa foi conduzida, sendo determinado o teor de FDN após 30 h de incubação. O líquido ruminal foi retirado de dois bovinos fistulados no rúmen recebendo dieta à base de silagem de milho mais concentrado (30% da MS). Foi coletada uma amostra em três pontos diferentes, saco ventral, anterior e posterior. Essas amostras foram colocadas em tecido de sorar queijo e espremidas para a coleta do líquido ruminal.

5.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados por ANOVA de acordo com delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 X 2 (milho X concentrado), com modelos mistos considerando no modelo os efeitos fixos do nível de concentrado (20 ou 40%; 1 GL), o híbrido de milho (30F90 ou 30S40; 1GL), e a interação Dieta*Milho (1 GL). Foi ainda considerado o efeito aleatório de bloco (3 GL). Os efeitos da dieta, milho e interação foram comparados usando a diferença mínima significativa de Fisher (a opção PDIFF do comando LSMEANS). Na presença de interação significativa, as médias foram comparadas pela opção SLICE do procedimento MIXED. Em todas as comparações, a significância declarada foi de $P \leq 0,05$.

6 RESULTADOS

6.1 DIGESTIBILIDADE DOS HÍBRIDOS DE MILHO

Houve diferença entre os genótipos do milho, na composição bromatológica da fração folha, quanto à % de MS, PB, FDN e lignina (% MS) da planta quando colhidos com 62, 82 e 104 dias. O teor de MS com 104 dias do plantio variou de 17,8 a 27,6%. Ao contrário da proporção de proteína bruta, que teve queda ao longo do tempo, passando de 14,5% aos 62 dias para 9,2% aos 104 dias. O teor de FDN aumentou até o florescimento, passando de 61,9% a 63,6% até 82 dias, depois diminuiu para 62,7%, aos 104 dias. A porcentagem de lignina reduziu até o florescimento, depois aumentou com a maturidade, passando de 2,1 a 3,4% na idade de 62 e 104 dias respectivamente (Tabela 6).

A composição bromatológica da fração colmo também foi diferente entre os híbridos, quanto à % MS, PB, FDN e lignina (% MS) da planta colhida nas três épocas de corte. O teor de MS aumentou com a maturidade, passando de uma média de 14,4% a 17,3%, porém reduziu aos 104 dias para 16,9%. Ao contrário da FDN, cuja porcentagem teve uma queda até os 82 dias, 70,4% a 64,4%, aumentando aos 104 dias para 79,7%. O teor de proteína bruta foi reduzido com a maturidade, passando de 5,5 a 4,1%, aos 62 dias e 104 dias. A porcentagem de lignina aumentou de 6,6%, aos 62 dias, a 8,7%, aos 104 dias, com a maturidade (Tabela 7).

Tabela 6 - Composição bromatológica da fração folha de quatro híbridos de milho colhidos em três idades de corte

Dias de crescimento ¹	MS, %			PB, %MS			FDN, %MS			Lignina, %FDN		
	62 d	82 d	104 d	62 d	82 d	104 d	62 d	82 d	104 d	62 d	82 d	104 d
F90	16,9 ^{BC}	17,4B	17,8C	14,8B	12,3B	10,7A	61,9C	63,6	62,7	2,1B	2,6	3,4C
S40	18,8 ^A	19,6A	23,7B	14,9B	13,9A	10,0B	62,4BC	66,4	65,6	3,9A	2,8	7,1A
DKB	18,1 ^{AB}	20,2A	25,7AB	14,5B	12,8AB	9,2C	66,0A	66,0	65,6	2,8AB	2,5	4,6BC
IAC	16,6 ^C	17,3B	27,6A	16,1A	12,7AB	9,4BC	63,8B	64,8	63,9	2,6AB	2,6	5,5B
Média	17,6	18,7	23,7	15,1	12,9	9,8	63,5	65,2	64,4	2,9	2,6	5,1
EPM ²	0,7	0,7	0,7	0,3	0,3	0,3	1,0	1,0	1,0	0,4	0,4	0,4
Significância Genótipo ³	0,04	0,002	<0,001	0,004	0,005	0,008	0,03	0,19	0,11	0,04	0,95	<0,001

¹Dias de crescimento: São os dias de crescimento da forrageira a partir do plantio ²EPM: Erro padrão da média. ³Probabilidade de efeito significativo de genótipo (Teste de Fisher).

^{ABCD}Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si (pelo Teste de Tukey).

Tabela 7 - Composição bromatológica da fração colmo de quatro híbridos de milho colhidos em três idades de corte

Dias de crescimento ¹	MS, %			PB, %MS			FDN, %MS			Lignina, %FDN		
	62 d	82 d	104 d	62 d	82 d	104 d	62 d	82 d	104 d	62 d	82 d	104 d
F90	14,7A	17,4	15,9B	4,4C	4,8AB	3,6B	66,6C	60,6B	77,7B	6,3B	6,3	7,0B
S40	14,6A	17,5	16,6AB	5,8AB	5,4A	5,9A	69,9B	68,5A	79,1AB	7,6A	7,6	10,5A
DKB	15,1A	17,1	18,7A	5,4B	4,4B	3,1B	72,1A	69,4A	81,7A	7,0AB	6,6	8,7AB
IAC	13,3B	17,2	16,4AB	6,5A	5,4A	3,9B	72,9A	59,2B	80,5AB	5,4C	6,8	8,9AB
Média	14,4	17,3	16,9	5,5	5,0	4,1	70,4	64,4	79,7	6,6	6,8	8,7
EPM ²	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5
Significância Genótipo ³	0,05	0,9	0,001	<0,001	0,04	<0,001	<0,001	<0,001	0,03	0,01	0,19	<0,001

¹Dias de crescimento: São os dias de crescimento da forrageira a partir do plantio ²EPM: Erro padrão da média. ³Probabilidade de efeito significativo de genótipo (Teste de Fisher).
^{ABCD}Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si (pelo Teste de Tukey).

Houve diferença entre os genótipos, na composição química da fração colmo e da fração folha, quanto à % de MS, PB, FDN e lignina (% MS) de híbridos de milho colhidos em três idades. O teor de MS e PB foi maior nas folhas em relação ao colmo, nas três idades de corte. O teor de FDN foi maior no colmo em relação às folhas, aos 62 dias e aos 104 dias, porém aos 82 dias o teor de FDN foi igual nos tecidos folha e colmo. Em todas as coletas, a porcentagem de lignina foi superior no colmo, quando comparado às folhas (Tabela 8).

Tabela 8 - Composição química da fração colmo e da fração folha de quatro híbridos de milho colhidos em três idades

Parâmetro	Dias de crescimento ³	Folha	Colmo	EPM ⁴
MS, %	62 ^d	17,6 ^a	14,4 ^b	0,4
	82 ^d	18,7 ^a	17,3 ^b	0,4
	104 ^d	23,7 ^a	16,9 ^b	0,4
PB, %MS	62 ^d	15,1 ^a	5,5 ^b	0,2
	82 ^d	12,9 ^a	5,0 ^b	0,2
	104 ^d	9,8 ^a	4,1 ^b	0,2
FDN, %MS	62 ^d	63,5 ^b	70,4 ^a	0,6
	82 ^d	65,2	64,4	0,6
	104 ^d	64,4 ^b	79,7 ^a	0,6
Lignina, %FDN	62 ^d	2,9 ^b	6,6 ^a	0,3
	82 ^d	2,6 ^b	6,8 ^a	0,3
	104 ^d	5,2 ^b	8,7 ^a	0,3

³Dias de crescimento a partir do plantio ⁴EPM: Erro padrão da média. ^{ab}Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si (pelo Teste de Tukey).

Ao avaliar a digestibilidade da MS (DIVMS) do colmo dos quatro híbridos de milho no decorrer das coletas observou-se que aos 62 dias a partir do plantio, o híbrido 30F90 (F90) foi superior ($P < 0,05$) aos outros três híbridos, inclusive ao IAC 8390 (IAC), sendo que o híbrido IAC não diferiu aos híbridos 30S40 (S40) e DKB 390 (DKB) (Tabela 8). Aos 82 dias após o plantio, a DIVMS do colmo do híbrido IAC foi igual ao híbrido F90, sendo os dois superiores ($P < 0,05$) aos híbridos S40 e DKB. Já aos 104 dias após o plantio, a DIVMS do colmo do híbrido F90 foi superior ($P < 0,05$) aos híbridos S40 e ao DKB, e semelhante ($P < 0,05$) à digestibilidade do híbrido IAC (Tabela 9).

A DIVMS do colmo variou entre as coletas, sendo que a DIVMS do colmo aos 104 dias foi inferior ($P < 0,05$) às encontradas aos 62 e 82 dias após o plantio, provavelmente devido ao aumento de carboidratos fibrosos com o envelhecimento da planta (Tabela 9).

Tabela 9 – Digestibilidade *in vitro* da MS e da FDN fração colmo de quatro híbridos de milho colhidos em três idades

Dias de crescimento ¹	DIVMS, %			DIVFDN, %MS		
	62 d	82 d	104 d	62 d	82 d	104 d
F90	56,7A	61,2A	44,1A	34,8	35,4A	28,1
S40	52,3B	50,6B	38,7B	31,8	27,9AB	22,5
DKB	50,4B	50,0B	39,4B	31,3	27,7AB	25,8
IAC	52,8B	56,7A	41,3AB	35,3	27,0B	26,9
Média	53,0 ^a	54,6 ^a	40,8 ^b	33,3 ^a	29,5 ^{ab}	25,8 ^b
EPM ²	1,3	1,3	1,3	1,9	1,9	1,9
Significância Genótipo ³	0,020	<0,001	0,030	0,280	0,010	0,160

¹Dias de crescimento: São os dias de crescimento da forrageira a partir do plantio ²EPM: Erro padrão da média.

³Probabilidade de efeito significativo de genótipo (Teste de Fisher). ^{ABCD}Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si (pelo Teste de Tukey). ^{abc}Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si (pelo Teste de Tukey).

Ao avaliar a digestibilidade da FDN (DIVFDN) do colmo dos quatro híbridos de milho no decorrer das coletas observou-se que aos 62 dias após o plantio, não houve diferença na digestibilidade do colmo entre os quatro híbridos. Porém, aos 82 dias a partir do plantio, o híbrido F90 foi superior ($P < 0,05$) ao híbrido IAC e, semelhante ($P < 0,05$) à digestibilidade dos híbridos S40 e DKB que também foram semelhantes à digestibilidade do colmo do IAC. Aos 104 dias após o plantio não houve diferença na digestibilidade da fibra do colmo dos híbridos. Contudo, a digestibilidade da FDN do colmo foi maior aos 62 dias do que aos 104 dias após o plantio, no entanto a DIVFDN aos 82 dias foi semelhante tanto à DIVFDN aos 62 dias após o plantio quanto aos 104 dias a partir do plantio (Tabela 9).

Houve diferença entre os genótipos quanto à média da DIVMS da fração colmo colhida em três idades diferentes. Os híbridos S40 e DBK foram iguais, porém inferiores aos híbridos IAC e F90, sendo esse último de maior DIVMS. A DIVFDN foi diferente entre os híbridos, sendo maior para o híbrido F90 em relação ao S40, DKB e IAC, que foram iguais entre si (Tabela 10).

Tabela 10 – Digestibilidade in vitro da MS e da FDN da fração colmo de quatro híbridos de milho colhidos em três idades (média das três idades)

Dias de crescimento ¹	DIVMS	DIVFDN
	F90	54,0 ^a
S40	47,2 ^c	27,4 ^b
DKB	46,6 ^c	28,3 ^b
IAC	50,3 ^b	29,7 ^b
EPM ²	0,8	0,1

¹Dias de crescimento: São os dias de crescimento da forrageira a partir do plantio. ²EPM: Erro padrão da média.

^{abc}Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si (pelo Teste de Tukey).

6.2 TAMANHO DE PARTÍCULA

A comparação do tamanho de partículas da dieta oferecida e das sobras é um bom parâmetro para avaliação da seleção da dieta pelos animais. Ao verificar a porcentagem média de partículas (dieta oferecida e sobras) retidas em peneiras com diâmetro acima de 8 mm, pelo método Penn State Particle Size Separator, pode-se observar que houve diferença significativa para dieta, sendo na dieta com 20% de concentrado, a proporção de partículas na peneira foi superior à proporção retida na dieta com 40% de concentrado ($P < 0,05$). Houve ainda diferença no tamanho de partículas que ficaram retidas na dieta oferecida e nas sobras, porém como houve interação significativa entre D*S, os resultados serão apresentados separadamente (Tabela 11).

Tabela 11 - Porcentagem da dieta ofertada e da sobra retida na tela acima de 8 mm

Tipo	Teor de concentrado na dieta				EPM ⁴	Valores de P							
	20%		40%			D ¹	M ²	S ³	Interações				
	Híbridos de milho								M*D	M*S	D*S	M*D*S	
	S40Y	F90Y	S40Y	F90Y									
Oferta	56	60	51	50	4	<,001	0,861	<,001	0,449	0,262	<,001	0,025	
Sobra	62	56	31	34									

¹D – dieta; ²M – milho; ³S – seleção, diferença entre oferta e sobra ⁴EPM – Erro Padrão da Média

Houve interação entre dieta*seleção (diferença entre oferta e sobra), porém não houve efeito de seleção para a dieta com 20% de concentrado ($P=0,62$), porém houve grande efeito de seleção para a dieta com 40% de concentrado ($P<0,001$), sendo que os animais

selecionaram contra o concentrado, ou seja, ingeriram mais volumoso, devido ao menor tamanho de partículas presente nas sobras.

6.3 CONSUMO DE MATÉRIA SECA E FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO

Os valores de consumo de matéria seca (Tabela 12) demonstram que houve interação milho*dieta ($P < 0,05$), sendo que o híbrido F90 teve maior consumo, devido à alta digestibilidade, na dieta com 20% de concentrado ($P < 0,05$), e na dieta com 40% de concentrado ($P > 0,05$). Na dieta com o híbrido S40 com 40% de concentrado, o consumo foi maior ($P < 0,05$) em função da quantidade de concentrado. O mesmo resultado foi obtido para CMS (%PV).

Tabela 12 – Consumo de matéria seca e da fibra em detergente neutro de novilhas Nelore em confinamento

Variáveis	Teor de concentrado na dieta				EPM ⁴	Valor de P		
	20 %		40 %			D ¹	M ²	D*M ³
	Híbridos de milho							
	S40Y	F90Y	S40Y	F90Y				
<i>Consumo de MS</i>								
kg/d	6,11 ^b	6,72 ^a	6,75 ^a	6,87 ^a	0,39	0,001	0,001	0,022
%PV	2,04 ^b	2,24 ^a	2,20 ^a	2,25 ^a	0,08	0,022	0,002	0,0407
<i>Consumo FDN</i>								
kg/d	2,38 ^b	2,70 ^a	2,49 ^a	2,54 ^a	0,21	0,6436	0,001	0,004
%PV	0,79 ^b	0,88 ^a	0,82 ^a	0,84 ^a	0,04	0,7302	0,005	0,047

¹D – dieta; M – milho; ³ D*M – interação dieta*milho; ⁴ EPM – Erro Padrão da Média. ^{abc}Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si (pelo Teste de Tukey).

Ao avaliar consumo da fibra em detergente neutro, observou-se interação milho*dieta (Tabela 12). Houve diferença entre os híbridos para a dieta 20, sendo o CFDN maior para F90 em relação ao S40 ($P < 0,05$) tanto em kg/d quanto em % de PV, devido a diferença na digestibilidade dos híbridos.

6.4 DESEMPENHO ANIMAL

Houve efeito da dieta no GMD ($P < 0,05$), sendo que o maior uso do concentrado proporcionou maior ganho de peso. Em contrapartida, não houve efeito do híbrido e interação dieta*milho para GMD. Já para CA, não foi observado efeito de dieta, híbrido de milho ou interação dieta*milho (Tabela 13).

Tabela 13 – Peso vivo inicial (PVi), ganho de peso vivo médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA) de novilhas Nelore em confinamento

Variáveis	Teor de concentrado na dieta				EPM ³	Valor de P		
	20%		40%			D	M	D*M ⁴
	Híbridos de milho							
	S40Y	F90Y	S40Y	F90Y				
PVi, kg	259	258	258	259	7,0	0,86	0,81	0,72
GMD, kg	0,73	0,85	0,90	0,88	0,1	0,054	0,289	0,161
CA, kg/kg	8,34	8,22	7,34	7,97	0,5	0,200	0,601	0,446

¹D – dieta; M – milho; ³ D*M – interação dieta*milho; ⁴ EPM – Erro Padrão da média

6.5 COMPOSIÇÃO DE CARÇAÇA

Avaliando as variáveis, espessura de gordura subcutânea do músculo *Longissimus dorsi* (EGS), área de olho de lombo do músculo *Longissimus dorsi* (AOL) e profundidade do músculo *Gluteus medius* (ProfGlu) mensuradas por meio de ultrassonografia, não foi observado nenhuma diferença entre os animais alimentados com silagens de híbridos diferentes nem da quantidade de concentrado fornecido (Tabela 14).

Tabela 14 – Espessura de gordura subcutânea do músculo *Longissimus dorsi* (EGS), área de olho de lombo do músculo *Longissimus dorsi* (AOL) e profundidade do músculo *Gluteus medius* (ProfGlu) de novilhas Nelore em confinamento

Variáveis	Teor de concentrado na dieta				EPM ³	Valor de P		
	20%		40%			D	M	D*M ⁴
	Híbridos de milho							
	S40Y	F90Y	S40Y	F90Y				
EGS, mm	4,70	4,63	5,29	5,14	0,6	0,367	0,856	0,949
EGP, mm	6,78	7,47	7,48	7,86	0,7	0,430	0,440	0,816
AOL, cm ²	75,36	74,03	73,43	74,78	1,9	0,764	0,995	0,496
ProfGlu, mm	87,43	87,44	84,83	89,76	2,3	0,951	0,287	0,290

¹D – dieta; M – milho; ³ D*M – interação dieta*milho; ⁴ EPM – Erro Padrão da média

7 DISCUSSÃO

Com o presente trabalho buscou-se confirmar a hipótese de que a digestibilidade da fibra do colmo de híbridos de milho é um parâmetro importante e limitante ao desempenho de animais em crescimento.

7.1 DIGESTIBILIDADE DOS HÍBRIDOS DE MILHO

O avanço da maturidade da planta afeta a produção de matéria verde (MV), teor de MS e a qualidade das silagens (JOHNSON et al., 2002). À medida que a planta envelhece há perda de umidade, o que explica a variação nos teores de MS, encontrados no presente trabalho, entre as três idades de corte, sendo que o estágio de maturação do milho para silagem pode ser determinado pela interfase entre a porção líquida e sólida do grão, geralmente 2/3 de linha de leite (ROMERO; ARONNA, 2007).

Com o avanço do estágio de maturação dos híbridos houve redução nos teores de proteína bruta (PB) da fração folha e colmo, pois conforme Cabon (1996), de modo geral o teor de nitrogênio é estável durante o período de enchimento do grão e da maturação da espiga, quando expresso em relação a MS, entretanto, este teor é reduzido ligeiramente em estádios mais avançados de maturidade. Segundo Mayombo et al. (1997), os teores de amido aumentam com o avanço do estágio de maturidade (25,1 a 32,3% de MS), sendo inversamente proporcional ao teor de fibra (ANDRIEU et al., 1993).

Outra consequência da maturidade é o aumento da FDN, representada pela hemicelulose, celulose, e lignina da parede celular vegetal. A lignina é o componente indigestível da planta, depositado na parede celular à medida que a planta atinge a maturidade, sendo responsável pela diminuição da digestibilidade dos carboidratos fibrosos (WATTIAUX, 1999). De acordo com os resultados do presente trabalho, ao atingir o ponto de colheita, aos 104 dias após o plantio, houve um aumento no teor de lignina por causa da maturidade dos híbridos. Segundo Wilson e Kennedy (1996), com a maturidade há um aumento na quantidade de parede celular no colmo em relação às folhas, pois o colmo deve conter uma maior proporção de tecidos paredes espessas (tecidos esclerênquima, fibra xilema

e vasos do xilema) e tecidos menos fotossintéticos (mesófilo, clorênquima) do que o encontrado nas folhas (WILSON; KENNEDY, 1996).

Na avaliação da composição química das frações colmo e folha dos híbridos colhidos em três idades, a porcentagem de FDN e lignina foi maior na fração colmo do que na fração folha, devido a maturidade da planta. Segundo Romero e Aronna (2007), uma silagem com características desejáveis tem que ter uma proporção de folhas e colmo com maior qualidade, pois assim o teor de lignina seria reduzido, aumentando a digestibilidade da silagem em função do menor tempo de retenção do alimento no rúmen sobre ação dos microorganismos.

Diferentemente das demais forragens, normalmente não há aumento do teor de FDN da planta toda de milho com o avanço da maturidade, podendo inclusive ocorrer redução no teor total de FDN (JOHNSON et al., 2002). Esta queda no valor total de FDN com o avanço da maturidade pode ser explicada pela translocação de nutrientes da parte aérea para os grãos (FERREIRA, 2001), como ocorreu no presente trabalho, o que acarretaria em aumento do teor de FDN, FDA e lignina do colmo com o avanço da maturidade, como observado também por Estrada-Flores et al. (2006) e Masoero et al. (2006). Porém, Zeoula et al. (2003) relataram que não houve mudança nos teores de FDN, FDA e lignina da haste de híbridos de milho com o avanço da maturidade.

A digestibilidade da parede celular é um dos principais limitadores do desempenho de animais ruminantes em países tropicais (ZEOULA et al., 2003). Assim, é importante a seleção de novas forrageiras que possuam maior digestibilidade da FDN e que mantenham alta digestibilidade da FDN mesmo em estágios avançados de maturidade. A utilização de silagens com alta concentração de parede celular para animais de alta produtividade, normalmente resulta em desempenho limitado, principalmente pela taxa de digestão e passagem da fração fibrosa da dieta pelo rúmen (OBA; ALLEN, 1999; BARRIÈRE et al., 2003).

No presente estudo, a DIVMS e DIVFDN da fração colmo dos quatro híbridos de milho colhidos em três idades reduziram com a maturação, pois houve uma diminuição no teor de umidade e houve um aumento no teor de lignina no caule reduzindo sua digestibilidade. Contudo, a digestibilidade do híbrido F90 com a maturação continuou sendo maior perante os demais híbridos por causa do amido do grão e, principalmente, da quantidade de lignina, que é menor em relação aos outros híbridos. O estudo de Masoero et al. (2006), sobre o efeito da maturidade na digestibilidade da haste do milho, corrobora com o presente trabalho, pois a DIVMS e DIVFDN do colmo reduziu, porém houve uma maior digestibilidade da planta inteira e uma melhoria no CMS devido ao aumento na porcentagem de grãos, o mesmo reportado por Estrada-Flores et al. (2006).

7.2 TAMANHO DE PARTÍCULA

As fontes de fibra oriundas de forragem (FFF) ou fibra oriunda de não forragem (FFNF) utilizadas em rações para confinamento diferem consideravelmente em tamanho, ou seja, em efetividade para estimular a atividade de mastigação e a formação do carpete flutuante ruminal em razão da retenção ruminal de fibra (WELCH, 1982; WEIDNER, GRANT, 1994; GRANT, 1997). A gravidade específica funcional da partícula é um fator importante que determina a taxa de fluxo e tempo de residência de partículas da dieta no aparelho digestivo retículo-rúmen e total (HRISTOV et al., 2003).

Hristov et al. (2003), ao determinar em vacas de leite em lactação a composição, distribuição de tamanho de partícula e cinética ruminal *in vivo* de partículas tendo densidade maior ou menor do que as partículas encontrado no omaso e no retículo observaram que as partículas com densidade maior ou menor que 1,02 têm características de fluxo diferentes, pois as partículas mais pesadas são menores e contêm fibras mais indigerível tendo uma maior taxa de passagem e, conseqüentemente um menor tempo de retenção no trato digestivo do que as partículas mais leves, podendo estimular a ingestão de substrato facilmente fermentável.

Neste experimento, as silagens utilizadas, F90 e S40, não apresentaram diferenças no tamanho de partícula retido em peneira acima de 8 mm, porém, a quantidade de concentrado utilizada na dieta total influenciou a ingestão de silagem, sendo maior na dieta com 40% de concentrado, pois apesar da quantia ofertada de concentrado ser considerada baixa, o animal provavelmente selecionou mais concentrado para promover a atividade física motora do trato gastrointestinal (TGI). A quantidade de concentrado usada aumentou a quantidade de energia para os microorganismos degradarem as partículas, reduzindo o tempo de degradação no rúmen e aumentando a taxa de passagem, evitando queda no consumo causada por enchimento ruminal.

Conforme estimado pelo método Penn State Particle Size Separator (PSPS), as partículas retidas na malha acima de 8 mm estão relacionada à atividade de mastigação resultando em maior secreção de saliva que aumenta o pH do rúmen (KONONOFF; HEINRICHS 2003a,b; KRAUSE et al., 2002), reduzindo a competição entre microorganismos celulolíticos e amilolíticos, aumentando o tempo de retenção do alimento no rúmen e, conseqüentemente queda no consumo por causa do enchimento ruminal.

Yang e Beuchemin (2006), derminaram o efeito do aumento do teor de FDN fisicamente efetivo (FDNfe) de uma dieta contendo silagem de milho sobre o consumo, a atividade mastigatória, o pH e fermentação ruminal, síntese de proteína microbiana, digestibilidade e produção de leite em vacas em lactação e demonstrou que o comprimento crescente de partículas aumentou a ingestão de FDNfe da forragem, que foi positivamente associado com a digestão de fibra e tempo de mastigação, sendo que o método PSPS proporciona uma melhor descrição da variação de eficácia física da dieta e do potencial da dieta para promover a mastigação e prevenir acidose ruminal. Devido a isso, os animais consumiram mais concentrado, sendo essa seleção maior na dieta com 40% de concentrado onde houve uma maior disponibilidade de energia.

7.3 CONSUMO DE MATÉRIA SECA E FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO

Os valores de CMS, expresso em kg/dia e %PV, diferiram entre os tratamentos provavelmente devido à diferença na digestibilidade da FDN entre os híbridos F90 e S40. O consumo do híbrido F90, na dieta com 20% de concentrado, foi maior do que o do híbrido S40 (6,7 vs. 6,1 kg/d, respectivamente), que é explicado pela maior taxa de digestão da fibra pelos microrganismos, ou seja, os microrganismos gastam menos tempo para reduzir o tamanho do alimento, diminuindo o tempo que o mesmo fica retido no rúmen, pois ao reduzir o seu tamanho, ele passa mais facilmente pelo retículo-rúmen aumentando assim, o CMS. Comportamento semelhante foi observado por Oba e Allen (1999), que ao analisarem a digestibilidade da FDN de forragem observaram que o aumento de uma unidade da *DIVFDN* e *DIVFDN* aumentou 0,17 kg no de CMS.

Em dietas com alto conteúdo de FDN, a eficiência de ruminação e mastigação é diminuída, devido à maior dificuldade em diminuir o tamanho das partículas oriundas de materiais ricos em fibra, reduzindo com isso, a ingestão de alimentos (DULPHY et al., 1980). Porém, segundo Ítavo et al. (2002), aumentando o nível de concentrado, espera-se um aumento na digestibilidade e no consumo de matéria seca. Contudo, segundo Missio (2007), a inclusão de níveis de concentrados na dieta diminui o tempo em que os animais destinam ao consumo de alimento, ruminação, número de mastigadas por bolo e aumento no tempo destinado ao descanso.

Na dieta com 40% de concentrado, o consumo foi maior para a dieta com silagem F90 em relação à dieta com silagem S40. Porém o consumo dessa dieta com 40% de concentrado foi maior que a silagem do mesmo híbrido com 20% de concentrado demonstrando que o aumento na quantidade de concentrado na dieta proporcionou aos animais consumo mais elevado, devido a maior concentração de carboidratos não estruturais, que, por apresentarem maior coeficiente de digestibilidade aparente, quando comparados aos carboidratos estruturais, influenciam positivamente a digestibilidade da MS. Tal fato foi confirmado por Costa et al. (2005), que observaram a elevação do nível de concentrado até 65% da MS promoveu melhor digestibilidade da dieta e maior desempenho dos animais.

Em contrapartida, ao avaliar o consumo de novilhos Nelore e as digestibilidades aparentes totais e parciais em dietas com quantidades crescentes de concentrado, Ítavo et al. (2002), verificaram que o consumo de NDT não sofreu influência do nível de concentrado sugerindo que o feno utilizado proporcionou alta quantidade de nutrientes digestíveis, porém a digestibilidade ruminal da FDN apresentou redução linear, em decorrência do aumento nas proporções dos carboidratos prontamente fermentáveis e da conseqüente redução do pH do ambiente ruminal, que pode reduzir sensivelmente a atividade das bactérias devido a um mecanismo de competição entre bactérias amilolíticas e fibrolíticas, como citado por Olson et al. (1999). Esses estudos reforçam a importância do uso de volumoso com alta qualidade da fibra ou, de baixa FDN para aumentar o consumo animal, pois a dieta permanece menos tempo no rúmen, não causando enchimento ruminal.

7.4 DESEMPENHO ANIMAL E COMPOSIÇÃO DE CARCAÇA

A habilidade de ganho de peso de bovinos em confinamento é influenciada pelo nível nutricional a que são submetidos (EUCLIDES FILHO et al., 1996). No presente experimento, a adição de 40% de concentrado na dieta total aumentou o ganho de peso devido à maior energia da dieta, uma vez que o valor energético de alimentos concentrados é maior que o de volumosos. Conforme citado na literatura, o ganho de peso médio diário é aumentado com uma maior inclusão de concentrado nas rações (BARTLE et al., 1994; VIEIRA et al., 1994).

A conversão alimentar (CA) representa a eficiência com que o animal converte o alimento consumido em carne ou leite (FERNANDES et al., 2004). Neste trabalho, a CA

decreceu com o aumento no teor de concentrado na ração, não estando de acordo com Euclides Filho et al. (1997), que afirmaram que o aumento no nível de concentrado melhora a conversão alimentar. Uma maior densidade energética resulta em maior ingestão de energia e, portanto, menos alimento é requerido para o ganho de peso, resultando em melhor conversão alimentar.

Euclides Filho et al. (1996), trabalhando com bovinos Nelore, “meio sangue” Angus e “meio sangue” Simental, alimentados com rações contendo 0 e 60% de concentrado, observaram que a ração mais energética possibilitou maior ganho de peso médio diário, principalmente para os animais “meio sangue”, devido ao fato de que a energia líquida do concentrado é maior que a do volumoso.

Já Feijo et al. (1996a) trabalhando com bovinos Nelore e utilizando rações com 0, 20, 40 e 60% de concentrado na MS, observaram efeito do nível de concentrado na ração no ganho de peso vivo médio diário, sendo o melhor resultado obtido no nível de 40%. Por outro lado, o pior resultado foi obtido quando não se forneceu concentrado, não diferindo do tratamento com 20% de concentrado. Esse estudo corrobora o presente trabalho, onde o uso de 40% de concentrado proporcionou maior ganho médio de peso diário em relação ao uso de concentrado com 20%. Contudo, o GMD foi maior para o híbrido de milho F90 com 20% de concentrado devido a sua maior digestibilidade da fibra, que resultou num maior consumo.

De acordo com Mader et al. (1991) a fonte de volumoso usada afeta consideravelmente o desempenho e as características de carcaça dos animais em função da interação entre o volumoso e a fonte de energia principal da dieta. No entanto, esse efeito não foi observado para o presente estudo, uma vez que o aumento do concentrado na dieta apesar de influenciar no ganho médio diário (GMD), não afetou a composição da carcaça. Caso fosse usada uma quantidade maior de concentrado, a quantidade de gordura corporal provavelmente teria sido maior, porém o local de deposição e a eficiência do processo são características intrínsecas do animal (SILVEIRA et al., 2000).

Ao avaliar as correlações entre as medidas de ultrassom e as características de carcaça de 115 bovinos machos jovens (Nelore, “meio sangue” Angus, “meio sangue” Simental Nelore e Canchim) no sistema superprecoce, recebendo 79% de concentrado Sugisawa et al. (2006), observaram que os novilhos “meio sangue” apresentaram alta deposição muscular e equilíbrio entre musculosidade e gordura de acabamento e os Nelore, expressiva deposição de tecido adiposo e que a medida de AOL tem relação com a musculosidade da carcaça, porém, à medida que há incremento da área de olho-de-lombo (AOL) nos animais, pode ocorrer

redução da gordura subcutânea (ECG) da carcaça, como resultado da correlação negativa entre a ECG e as porcentagens de traseiro e AOL.

O trabalho de Sugisawa et al. (2006) diferiu do presente trabalho pois o maior teor de concentrado utilizado foi 40%, ou seja, a quantidade de carboidrato fermentáveis prontamente disponível para a microbiota ruminal é considerado baixo e, ao invés de macho, trabalhamos com fêmeas jovens. As fêmeas normalmente depositam mais gordura que os machos e, como a gordura subcutânea é inversamente proporcional a deposição de músculo, esses fatores podem ter sido responsáveis por não haver nenhuma diferença na qualidade de carcaça.

8 CONCLUSÕES

A utilização de híbridos de milho com boa digestibilidade da fibra é um bom indicador da qualidade da fração volumosa, sendo esses híbridos mais indicados para a alimentação animal.

O híbrido 30F90Y, de melhor digestibilidade, aumentou o consumo de matéria seca na dieta com 20 e 40% de concentrado, sendo que uma maior participação de concentrado na dieta resultou em melhor consumo e, conseqüentemente em melhor ganho de peso. Contudo, devido à quantidade de concentrado utilizado, não houve efeito para conversão alimentar e composição de carcaça.

9 IMPLICAÇÕES

O uso de volumoso de maior digestibilidade da fibra é importante, pois melhora a digestibilidade da fibra, aumentando o consumo. Contudo, se faz necessária uma análise econômica, para indicar uma maior viabilidade da escolha.

Híbridos destinados a produção animal deveriam informar dados de fibra em detergente neutro (FDN) e digestibilidade, *in vitro* ou *in situ*, da fibra em detergente neutro (DIVFDN).

REFERÊNCIAS

- AGRICULTURAL AND FOOD REASERCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 159p.
- ALDERTON, B.W.; HIXON, D.L.; HESS, B.W.** et al. Effects of supplemental protein type on productivity of primiparous beef cows. *J. Anim. Sci.*, v.78, p.3027- 3035, 2000.
- ALLEN, M. S.** Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *Journal of Animal Science*, v.74, p.3063-3075, 1996.
- ALLEN, M. S.; MAIN, D. G.; O'NEIL, K. A.; BECK, J.** Variations in fiber fractions and *in vitro* true and cell wall digestibility of corn silage hybrids. *Journal of Dairy Science*, v.73, p.129, supl. 1, 1990.
- ALVAREZ, C. G. D.; VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D.** Avaliação de características bromatológicas da forragem de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. *Ciência Agrotécnica*, v.30, p.409-419, 2006.
- ANDRIEU, J.; DEMRQUILLY, C.; DARDENNE, P.; BARRIÈRE, Y.; LILA, M.; MAUPETIT, P.**; et al. Composition and nutritive value of whole maize plants fed fresh to sheep. 1. Factors of variation. *Annales de Zootechnie*, v.42, p.221-249, 1993.
- AOAC.** Official Methods of Analysis. 13 ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C., p.376-384, 1980.
- ARCURI, P. B.; LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. C.** Microbiologia do rúmen. In: BERCHIELLY, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.) **Nutrição de Ruminantes**. 1 ed. Jaboticabal: Funep. p.151-179, 2006.
- ARGILLIER, O.; MECHIN, V.; BARRIÈRE, Y.** Inbred line evaluation and breeding for digestibility-related traits in forage maize. *Crop Science*, v.40, p.1596-1600, 2000.
- ATAÍDE JÚNIOR, J. R.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; GARCIA, R.; CECON, P. R.; ALVES, M; J.; MOREIRA, A. L.** Consumo, digestibilidade e desempenho de novilhos alimentados com rações à base de feno de capim Tifton 85 em diferentes idades de rebrota. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, p.215-221, 2001.
- AYDIN, G.; GRANT, R. J.; O'REAR, J.** Brown midrib sorghum in diets for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.82, p.2127-2135, 1999.
- BALCH, G. C.; CAMPLING, R. C.** Regulation of voluntary intake in ruminants. *Nutrition Abstracts and Reviews*, v.32, p.669-686, 1962.
- BARRIÈRE, Y.; ÉMILE, J. C.** Effects du genotype de maïs ensilage sur les performances zootechniques de vaches laitières. *INRA Production Animale*, v.8, p.315-320, 1995.
- BARRIÈRE, Y.; GUILLET, C.; GOFFNER, D.; PICHON, M.** Genetic variation and breeding strategies for improved cell wall digestibility in annual forage crops. A review. *Animal Research*, v.52, p.193-228, 2003.

BARROS, T. A. Avaliação de anticorpos policlonais em bovinos adaptados ou não à dietas com alta proporção de carboidratos prontamente fermentáveis. 2011. 100 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

BARTLE, S.J.; PRESTON, R.L.; MILLER, M.F. Dietary energy source and density: Effects of roughage source roughage equivalent, tallow level, and steer type on feedlot performance and carcass characteristics. *Journal of Animal Science*, v.72, n.8, p.1943-53, 1994.

BASTOS, J. P. S. T. Efeito de diferentes dosagens do preparado de anticorpos policlonais específicos sobre as variáveis ruminais, degradabilidade *in situ* e digestibilidade *in vivo* de bovinos alimentados com dieta de alto concentrado. 2009. 133 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

BAYER, E. A.; CHANZY, H.; LAMED, R.; SHOGAM, Y. Cellulose, cellulase and cellulossomes. *Current Opinion in Structural Biology*, London, v.8, n.5, p.548 - 557, Oct., 1998.

BEAUCHEMIN, K. A.; BUCHANAN-SMITH, J. G. Evaluation of markers, sampling sites and models for estimating rates of passage of silage or hay in dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, v.27, p.59-75, 1989.

BERGMAN, E. N.; KON, K. Factors affecting acetoacetate production rates by normal and ketotic pregnant sheep. *American Journal of Physiology*, v.206, p.453-457, 1990.

BIANCHINI, W.; RODRIGUES, E.; JORGE, A. M.; ANDRIGHETO, C. Importância da fibra na nutrição de bovinos. *Revista Electrónica de Veterinaria*, v.8, p.1-14, 2007.

BOSSIS, E.; LEMANCEAU, P.; LATOUR, X.; GARDAN, L. The taxonomy of *Pseudomonas fluorescens* and *Pseudomonas putida*: current status and need for revision. *Agronomie*, v.20, p.51-63, 2000.

BRITO, C. J. F. A.; RODELLA, R. A.; DESCHAMPS, F. C. Perfil químico da parede celular e suas implicações na digestibilidade de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, p.1835-1844, 2003.

CABON, G. Diversity of chemical composition evolutions of maize the weeks before harvesting. Indicators of physiological stage. In: COLLOQUE MAIS ENSILAGE. 1. 1996. Nantes. *Proceedings...* Nantes, France, 1996, p. 43-50.

CABRAL, L. S.; SANTOS, J. W.; ZERVOUDAKIS, J. T.; ABREU, J. G.; SOUZA, A. L.; RODRIGUES, R. C. Consumo e eficiência alimentar em cordeiros confinados. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.9, p.703-714, 2008.

CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T.; PEREIRA, O. G.; VELOSO, R. G.; PEREIRA, E. S. Cinética ruminal das frações de carboidratos, produção de gás, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e NDT estimado da silagem de milho com diferentes proporções de grãos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, p.2332-2339, 2002.

CASTRO, J. J.; BERNARD, J. K.; MULLIS, N. A.; EGGLESTON, R. B. Brown midrib corn silage and Tifton 85 bermudagrass in rations for early-lactation cows. *Journal of Dairy Science*, v.93, p.2143-2152, 2010.

CHERNEY, J. H.; CHERNEY, D. J. R.; AKIN, D. E.; AXTELL, J. D. Potential of brown-midrib, low-lignin mutants for improving forage quality. *Advances in Agronomy*, v.46, p.157-198, 1991.

CHESSON, A.; FORSBERG, C. W. Polysaccharide degradation by rumen microorganisms. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C. S. **The rumen microbial ecosystem**. 2nd ed. London: [s.n.], p.251-284, 1997.

CHURCH, D. C. The ruminant animal digestive physiology and nutrition. Englewood Cliffs: Waveland Press Inc. 1993. 564 p.

CLARK, P. W.; ARMENTANO, L. E. Replacement of alfalfa neutral detergent fiber with a combination of non forage fiber source. *Journal of Dairy Science*, v.80, p.675-680, 1997.

COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. Fundamentos de nutrição em ruminantes. Piracicaba. Ed. Livrocere. 1979. 237 p.

COORS, J. G. Findings of the Wisconsin corn silage consortium. In: SEEDS OF ANIMAL NUTRITION SYMPOSIUM. 1996. Rochester, New York. **Proceedings...** Rochester, 1996.

COSTA, M. A. L.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; PAULINO, P. V. R.; MORAES, E. H. B. K.; MAGALHÃES, K. A. Desempenho, digestibilidade e características de carcaça de novilhos zebuínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, p.268-279, 2005.

COX, W. J.; CHERNEY, D. J. R. Influence of brown midrib, leafy, and transgenic hybrids on corn forage production. *Agronomy Journal*, v.93, p.790-796, 2003.

DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Enhanced intake and production of cows offered ensiled alfalfa with higher neutral detergent fiber digestibility. *Journal of Dairy Science*, v.79, p.418-428, 1996.

DAYNARD, T. B.; HUNTER, R. B. Relationships among whole-plant moisture, grain moisture, dry matters yield and quality of whole-plant corn silage. *Canadian Journal of Plant Science*, v.55, p.77-84, 1975.

DEINUM, B.; BAKKER, J. J. Genetic difference in digestibility of forage maize hybrids. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, v.29, p.93-98, 1981.

DIJKSTRA, J.; FRANCE, J.; DAVIES, D. R. Different mathematical approaches to stimulating microbial protein supply in ruminants. *Journal of Animal Science*, v.81, p.3370-3384, 1998.

DOLSTRA, O.; MEDEMA, J. H.; DE JONG, A. W. Genetic improvement of cell-wall digestibility in forage maize (*Zea mays* L.). I. Performance of inbred lines and related hybrids. *Euphytica*, v.65, p.187-194, 1993.

DOREAU, M.; MICHALET-DOREAU, B.; GRIMAUD, P.; ATTI, N.; NOZIÈRE, P. Consequences of underfeeding on digestion and absorption in sheep. *Small Ruminant Research*, v.49, p.289-301, 2003.

DULPHY, J. P.; REMOND, B.; THERIEZ, M. Ingestive behavior and related activities in ruminants. In: RUCKEBUSH, Y.; THIVEND, P. (Eds.). **Digestive physiology and metabolism in ruminants**. Lancaster: MTP, 1980. p.103-122.

DWYER, L. M.; STEWART, D. W.; GLENN, F. Silage yields of leafy and normal hybrids. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE. 53. Washington. **Proceedings...** Washington, D.C.: American Seed Trade Association. 1998. p. 193-216.

ELLIS, W. C.; MATIS, J. H.; HILL, T. M. et al. Methodology for estimating digestion and passage kinetics of forages. In: FAHEY J R., G. C. (Ed.). Forage quality, evaluation, and utilization. Wisconsin: American Society of Agronomy. p.682-756, 1994.

ELROD, C. C.; BUTLER, W. R. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *Journal of Animal Science*, v.71, p.694-701, 1993.

EMBRAPA, 2010.

ESTRADA-FLORES, J. G.; GONZÁLEZ-RONQUILLO, M.; MOULD, F. L.; ARRIAGAJORDÁN, C. M.; CASTELÁN-ORTEGA, O. A. Chemical composition and fermentation characteristics of grain and different parts of the stover from maize land races harvested at different growing periods in two zones of central Mexico. *Animal Science*, v.82, p.845-852, 2006.

EUCLIDES FILHO, K., FIGUEIREDO, G.R., EUCLIDES, V.P.B. et al. 1996. Conversão alimentar e ganho de peso de animais Nelore e F1's Simental-Nelore e Angus-nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: SBZ, 1996. p.26.

EUCLIDES FILHO, K., EUCLIDES, V.P.B., FIGUEIREDO, G.R. et al. 1997. Avaliação de animais Nelore e seus mestiços com Charolês, Fleckvieh e Chianina, em três dietas. 1. Ganho de peso e conversão alimentar. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 26(1):66-72.

FAICHNEY, G. J. The kinetics of particule matter in the rumen. In: MILLIGAN, L. P.; GROVUM, W. L.; DOBSON, A. (Eds.). Control of digestion and metabolism in ruminants. Englewood Cliffs, Prentice-Hall. p. 173-195, 1986.

FARENZENA, R. **Aderência e atividade fibrolítica bacteriana ruminal: efeito do pH e da concentração de carboidratos solúveis.** 2010. 101 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Marina, Santa Maria, 2010.

FEIJÓ, G. L. D.; SILVA, J. M.; THIAGO, L. R. L. et al. Efeito dos níveis de concentrado na engorda de bovinos confinados. Desempenho de novilhas Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE DE ZOOTECNIA, 33, 1996.

FERNANDES, H. J.; PAULINO, M. F.; MARTINS, R. G. R.; VALADARES FILHO, S. C.; TORRES, R. A.; PAIVA, L. M.; MORAES, G. F. B. K. Ganho de peso, conversão alimentar, ingestão diária de nutrientes e digestibilidade de garrotes não-castrados de três grupos genéticos em recria e terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, p.2403-2411, 2004.

FERREIRA, J. J. Avaliação do teor de material seca do milho e do estágio de maturação adequado para silagem. In: CRUZ, J. C.; RODRIGUES, J. A. S.; FERREIRA, J. J. (Org.).

Produção e utilização da silagem de milho e sorgo. 1 ed. Sete Lagoas – MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p. 429-444.

FILYA, I. Nutritive value and aerobic stability of whole crop maize silage harvested at four stages of maturity. *Animal Feed Science and Technology*, v.116, p.141-150, 2004.

FREETLY, H. C. The replacement heifer and the primiparous cow. In: REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36. 1999. Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: SBZ, 1999. p.241-249.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications. Washington, D.C.: USDA, 1970. (Agricultural Handbook, 379).

GRANT, R.J. Interactions among forages and nonforage fiber sources. *Journal of Dairy Science*, v.80, p.1439-1445, 1997.

HOOVER, W. H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *Journal of Dairy Science*, v.69, p.2755-2767, 1986.

HOOVER, W. H.; STOKES, S. R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. *Journal of Dairy Science*, v.74, p.3630-3644, 1991.

HRISTOV, A. N.; AHVENJARVI, S.; McALLISTER, T. A.; HUHTANEN, P. Composition and digestive tract retention time of ruminal particles with functional specific gravity greater or less than 1.02. *Journal of Animal Science*, v.81, p.2639-2648, 2003.

HUNT, C. W.; KEZAR, W.; VINANDE, R. Yield, chemical composition, and ruminal fermentability of corn wholeplant, ear, and stover as affected by hybrid. *Journal of Production Agriculture*, v.5, p.286-290, 1992.

HUNTER, R. B. Selection and evaluation procedures for whole-plant corn silage. *Canadian Journal of Plant Science*, v.58, p.661-678, 1978.

ÍTAVO, L. C. V.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, F. F.; VALADARES, R. F. D.; LEÃO, M. I.; CECON, P. R.; ÍTAVO, C. C. B. F.; MORAES, E. H. B. K.; PAULINO, P. V. R. Consumo e digestibilidade aparentes totais e parciais de nutrientes em novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, p.1543-1552, 2002.

JOHNSON, L. M.; HARRISON, J. H.; DAVIDSON, D.; SWIFT, M.; MAHANNA, W. C.; SHINNERS, K. Corn silage management II: effect of hybrid, maturity, and mechanical processing on digestion and energy content. *Journal of Dairy Science*, v.85, p.2913-2927, 2002.

JUNG, H. G.; CASLER, M. D. Maize stem tissues: cell wall concentration and composition during development. *Crop Science*, v.46, p.1793-1800, 2006.

JUNG, H. G.; VOGEL, K. P. Influence of lignin on digestibility of forage cell wall material. *Journal of Animal Science*, v.62, p.1703-1712, 1986.

KONONOFF, P. J.; HEINRICH, A. J. The effect of reducing alfalfa haylage particle size on cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, v.86, p.1445-1457, 2003a.

- KONONOFF, P. J.; HEINRICHS, A. J.** The effect of corn silage particle size and cottonseed hulls on cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, v.86, p.2438-2451, 2003 b.
- KOZLOSKI, G. V.** *Bioquímica dos ruminantes*. 2. ed. Santa Maria: Ed. UFSM, p.214, 2009.
- KRAKOWSKY, M.D., LEE, M., COORS, J.G.** Quantitative trait loci for cell wall components in recombinant inbred lines of maize (*Zea mays* L.). II: leaf sheath tissue. *Theor Appl Genet*, v.112(4), p.717-726, 2006.
- KRAUSE, K. M.; COMBS, D. K.** Effects of forage particle size, forage source, and grain fermentability on performance and ruminal pH in midlactation cows. *Journal of Dairy Science*, v.86, p.1382-1397, 2003.
- KRAUSE, K. M.; COMBS, D. K.; BEAUCHEMN, K. A.** Effects of forage particle size and grain fermentability in midlactation cows. II. Ruminal pH and chewing activity. *Journal of Dairy Science*, v.85, p.1947-1957, 2002.
- KRAUSE, D. O.; DENMAN, S. E.; MACKIE, R. I.; MORRISON, M.; RAE, A. L.; ATTWOOD, G. T.; MCSWEENWY, C. S.** Opportunities to improve fiber degradation in the rumen: microbiology, ecology, and genomics. *FEMS Microbiology Reviews*, Amsterdam, v. 27, n. 5, p. 663 – 693, Dec. 2003.
- LAVEZZO, O. E. N.; LAVEZZO, W.; SIQUEIRA, E. R.** Estádio de desenvolvimento do milho. 2. Efeito sobre o consumo e a digestibilidade de silagem em ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.26, p.683-690, 1997.
- LOBATO, J.F.P.** A "vaca ideal" e seu manejo em sistemas de produção de ciclo curto. In: *Simpósio da Carne Bovina: da Produção ao Mercado Consumidor*, 1., 2003, São Borja, RS. *Anais...* São Borja: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. p.19-46.
- LUNDVALL, J. P.; BUXTON, D. R.; HALLAUER, A. R.; GEORGE, J. R.** Forage quality variation among maize inbreds: *In vitro* digestibility and cell-wall components. *Crop Science*, v.34, p.1672-1678, 1994.
- MA, B. L.; SUBEDI, K. D.; STEWART, D. W.; DWYER, L. M.** Dry matter accumulation and silage moisture changes after silking in leafy and dual-purpose corn hybrids. *Agronomy Journal*, v.98, p.922-929, 2006.
- MADER, T. L.; DAHLQUIST, J. M.; BRITTON, R. A.; KRAUSE, V. E.** Type and mixtures of high-moisture corn in beef cattle finishing diets. *Journal of Animal Science*, v.69, p.3480-3486, 1991.
- MAHANNA, W. C.** Genetic selection for forage nutritional quality. In: *Quality forage and ruminants. Proceedings...* Ontario: Ministry of Agriculture and Food/Guelph & Borkville, 1994.
- MARTIN, C.; MICHALET-DOREAU, B.** Variations in mass and enzyme activity of rumen microorganisms: Effect of barley and buffer supplements. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.67, p.407-413, 1995.
- MARTIN, J. S.** et al. Genetic effects on beef heifer puberty and subsequent reproduction. *Journal of Animal Science*, v.70, p.4006-4017, 1992.

- MASOERO, F.; ROSSI, F.; PULIMENO, A. M.** Chemical composition and *in vitro* digestibility of stalks, leaves and cobs of four corn hybrids at different phenological stages. *Italian Journal of Animal Science*, v.5, p.215-227, 2006.
- MAYOMBO, A. P.; DUFRASNE, I.; HORNICK, J. L.** et al. Influence du stade de maturité de plante de maïs récolté pour ensilage sur la composition, la digestibilité apparente, les caractéristiques de fermentation dans le rumen et les performances zootechniques chez le taureau à l'engraissement. *Annales de Zootechnie*, v.46, p.43-55, 1997.
- McALLISTER, T. A.; BAE, H. D.; JONES, G. A.; CHENG, K. J.** Microbial attachment and feed digestion in the rumen. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 72, n. 11, p. 3004–3018, Nov. 1994.
- McCOLLUM, F. T.; GALYEAN, M. L.** Influence of cottonseed meal supplementation on voluntary intake, rumen fermentation and rate of prairie hay in beef steers. *Journal of Animal Science*, v.60, p.570-573, 1985.
- MENEGAZ, A. L.** **Desempenho produtivo e reprodutivo de novilhas e vacas primíparas de corte.** 2006. 183 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- MERTENS, D. R.** Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations. In: PRO, 1992.
- MERTENS, D. R.** Regulation of forage intake. In: FAHEY JUNIOR, G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization.** Madison: Wisconsin, 1994. p.448-478.
- MERTENS, D. R.** Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.80, p.1463-1481, 1997.
- MICHALET-DOREAU, B.; FERNANDEZ, I.; PEYRON, C.; MILLET, L.; FONTY, G.** Fibrolytic activities and cellulolytic bacterial community structure in the solid and liquid phases of rumen contents. *Reproduction Nutrition Development*, v.41, p.187-194, 2001.
- MINSON, D. J.** Forage in ruminant nutrition. New York: Academic, 1990.
- MIRON, J., BEN-GHEDALIA, D., MORRISON, M.** Invited review: adhesion mechanisms of rumen cellulolytic bacteria. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.84, n.6, p.1294 - 1309, June 2001.
- MISSIO, R. L.** **Níveis de concentrado na dieta de bovinos.** 2007. 108 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- NAGARAJA, T. G.; TITGEMEYER, E. C.** Rumen acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional Outlook. *Journal of Dairy Science*, v.90, p.E17-E38 (E. suppl.), 2007.
- NOCEK, J. E.** Bovine acidosis: Implications on laminitis. *Journal of Dairy Science*, v.80, p.1005-1028, 1997.
- NOLAN, J. V.; LENG, R. A.** Dynamic aspects of ammonia and urea metabolism in sheep. *British Journal of Nutrition*, v.27, p.177-194, 1972.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC.** **Nutrients requirements of the sheep.** 6 ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 99 p., 1985.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7 ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 242 p., 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 381 p., 2001.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; DIAS, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá, 2001. p. 127-145.

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P.; SCHOGOR, A. L. B.; MARI, L. J. Cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM. 3. 2006. Viçosa. **Anais...** Viçosa: FUNERB, 2006. p.277-328.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; LIMA, M.L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds) **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal, SP: Funep, 2006.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on dry matter intake and productivity of high yielding dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.135-142, 1999a.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: Effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.589-596, 1999b.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Effect of brown midrib 3 mutation in corn silage on productivity of dairy cows fed two concentrations of dietary neutral detergent fiber: 1. Feeding behavior and nutrient utilization. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1333-1341, 2000.

OLSON, K. C.; COCHRAN, R. C.; JONES, T. J.; VANZANT, E. S.; TITGEMEYER, E. C.; JOHNSON, D. E. Effects of ruminal administration of supplemental degradable intake protein and starch on utilization of low-quality warm-season grass hay by beef steers. *Journal of Animal Science*, v.77, p.1016-1025, 1999.

ØRSKOV, E. R. Starch digestion and utilization in ruminants. *Journal of Animal Science*, v.63, p.1624-1633, 1986.

OSBOURN, D. F.; BEEVER, D. E.; THOMSON, D. J. Influence of physical processing on the intake, digestion and utilization of dried herbage. *Proceedings of the Nutrition Society*, v.35, p.191-200, 1976.

OWENS, F. Corn grain processing and digestion. Presented at the 66th Minnesota Nutrition Conference., St. Paul, MN. p.20 - 21, 2005.

OWENS, F.N. Optimization of feedlot diets with high density of energy and nutrients. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6., ; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE,2., Viçosa, **Anais...** Viçosa: UFV, p.95-120. 2008.

OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D.C. (Ed.). **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Simon & Schuster, p.145 -171, 1988.

OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Fermentación ruminal. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **El rumiante fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acribia, p.159 - 190, 1993.

PEDERSEN, J. F.; VOGEL, K. P.; FUNNELL, D. L. Impact of reduced lignin on plant fitness. *Crop Science*, v.45, p.812-819, 2005.

PILAU, A.; LOBATO, J. F. P. Suplementação energética pré-acasalamento aos 13/15 meses de idade para novilhas de corte: desenvolvimento e desempenho reprodutivo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.2482-2489, 2009.

PILAU, A.; ROCHA, M. G.; RESTLE, J.; SILVA, J. H. S.; FREITAS, F. K.; MACARI, S. Desenvolvimento de novilhas de corte recebendo ou não suplementação energética em pastagem com diferentes disponibilidades de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, p.1483-1492, 2005.

PIRT, S. J. The maintenance energy of bacteria in growing cultures. **Proceedings of Royal Society (Series B)**, v.163, p.224-231, 1965.

POLAN, C.E. Update: Dietary protein and microbial protein contribution. *J. Nutr.*, 18(2):242-248, 1988.

POPPI, D. P.; NORTON, B. W.; MINSON, D. J.; HENDRICKSEN, R. E. The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. *Journal of Agricultural Science*. v.94, p.257-280, 1980.

QIU, X.; EASTRIGDE, M.L.; WANG, Z. Effects of corn silage hybrid and dietary concentration of forage NDF on digestibility and performance by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, n 11, p.3667-3674, 2003.

RANDEL, R.D. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. **Journal of Animal Science**, v.68, n.3, p.853-862, 1990.

RHODES, F.M., FITZPATRICK, L.A., ENTWISTLE, K.W. et al. Sequential changes in ovarian follicular dynamics in *Bos indicus* heifers before and after nutritional anoestrus. *J. Reprod. Fertil.*, v.104, p.41-49, 1995.

RICE, C. M. (1996). Flaviviridae : the viruses and their replication. In *Fields Virology*, 3rd edn, pp. 931±959. Edited by B. N. Fields, D. M. Knipe & P. M. Howley. Philadelphia : Lippincott±Raven.

RIBEIRO, K. G.; GARCIA, R.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R. Eficiência microbiana, fluxo de compostos nitrogenados no abomaso, amônia e pH ruminais, em bovinos recebendo dietas contendo feno de capim Tifton 85 de diferentes idades de rebrota. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, p.581-588, 2001.

ROCHA, F. Avaliação de resistência à alumínio em *Brachiaria brizantha* transformada com o gene *neMDH*. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, 2011.

ROCHA, M. G.; LOBATO, J. F. P. Avaliação do desempenho reprodutivo de novilhas de corte primíparas aos dois anos de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, p.1388-1395, 2002.

ROMERO, L.; ARONNA, S. Siembra de maíz para silaje. 2007. Disponível em: http://www.engormix.com/S_articles_view.asp?art=616. Acesso em: outubro, 2012.

ROSA, J. R. P.; RESTLE, J.; SILVA, J. H. S.; PASCOAL, L. L.; PACHECO, P. S.; FATURI, C.; SANTOS, A. P. Avaliação da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays*, L.) por meio do desempenho de bezerros confinados em fase de crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, p.1016-1028, 2004.

ROTH, L.S.; MARTEN, G.C.; COMPKG, W.A.; STUTHMAN, D.D. Genetic variation of quality traits in maize (*Zea Mays* L.) forage. *Crop Science*, v.10, p.365-367, 1970.

RUSSEL, J. B. Strategies that ruminal bacteria use to handle excess carbohydrate. *Journal of Animal Science*, v.76, p.1955-1963, 1998.

RUSSELL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; VAN SOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: ruminal fermentation. *Journal of Animal Science*, v.70, p.3551-3581, 1992.

SALAZAR, D. R. **Variação genética da composição química e digestibilidade do colmo de genótipos de milho colhidos em três estágios de maturidade.** 2009. 68 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

SALAZAR, D. R.; STABILE, S. S.; GUIMARÃES, P. S.; PATERMIANI, M. E. A. G.; SANTOS, M. V.; SILVA, L. F. P. Valor nutritivo do colmo de híbridos de milho colhidos em três estágios de maturidade. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.45, p.758-766, 2010.

SANTOS, J.E.P. Efetividade do uso de minerais orgânicos para bovinos . IN: VIII Simpósio sobre Nutrição de Bovinos, FEALQ, 2006.

SASSER, R. G.; WILLIAMS, R. J.; BULL, R. C.; RUDER, C. A.; FALK, D. G. Postpartum reproductive performance in crude protein-restricted beef cows: return to estrus and conception. *Journal of Animal Science*, v.66, p.3033-3039, 1988.

SCAGLIA, G. **Nutricion y reproduccion de la vaca de cria:** uso de la condición corporal. Montevideo: INIA, 1997. 15p. (Serie Tecnica, 91).

SCHMID, A.R.; GOODRICH, R.D.; JORDAN, R.M.; MARTEN, G.C.; MEISKE, J.C. Relationship among agronomic characteristics of corn and sorghum cultivars and silage quality. *Agronomy Journal*, v. 68, p.403-406, 1976.

SILVA, L. F. P. **Avaliação de características agronômicas e nutricionais de híbridos de milho para silagem,** 1997. 68 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1997.

SILVA, M. A.; CAMPANA, M. P.; LANDELL, M. G. A.; ZIMBACK, L.; FIGUEIREDO, P. Avaliação de clones de híbridos IAC de cana-de-açúcar, série 1985, na região de Jaú (SP). *Bragantia*, v.58, p.335-340, 1999.

SLYTER, L. L. Influence of acidosis on rumen function. *Journal of Animal Science*, v.43, p.910-920, 1976.

SONON, R.N.; DALKE, B.S.; BOLSEN, K.K.; BOYER, J.E. Effect of grain on the nutritive value of whole-plant corn silage. *Journal of Animal Science*, v.71, suppl. 1, p. 266, 1993.

STEWART, C.S.; FLINT, H.J.; BRYANT, M.P. The rumen bacteria. In: **The rumen microbial ecosystem.** 2.ed. London: Blackie Academic & Professional, 1997. p.10-72

- SUGUISAWA, L.; MATTOS, W. R. S.; OLIVEIRA, H. N.; SILVEIRA, A. C.; ARRIGONI, M. B.; SOUZA, A. A.** Correlações simples entre as medidas de ultra-som e a composição da carcaça de bovinos jovens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, p.169-176, 2006.
- SUTHERLAND, T. M.** Particle separation in the forestomach of sheep. In: DOBSON, A.; DOBSON, M. J. (Eds.). *Aspects of digestive physiology in ruminants*. Ithaca: Ithaca Comstock Publishing Associates. 1988, p.43-47.
- TAF AJ, M.; ZEBELI, Q.; JUNCK, B.; STEINGASS, H.; DROCHNER, W.** Effects of particle size of a total mixed ration on *in vivo* ruminal fermentation patterns and inocula characteristics used for *in vitro* gas production. *Animal Feed Science and Technology*, v.123-124, p.139-154, 2005.
- TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A.** A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society*, v.18, p.104-111, 1963.
- TINE, M. A.; McLEOD, K. R.; ERDMAN, R. A.; BALDWIN, R. L.** Effect of brown midrib corn silage on the energy balance of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.84, p.885-895, 2001.
- TJARDES, K. E.; BUSKIRK, D. D.; ALLEN, M. S.; TEMPELMAN, R. J.; BOURQUIN, L. D.; RUST, S. R.** Neutral detergent fiber concentration in corn silage influences dry matter intake, diet digestibility, and performance of Angus and Holstein steers. *Journal of Animal Science*, v. 80, p.841-846, 2002.
- VALADARES FILHO, S. C.; BRODERICK, G. A.; VALADARES, R. F. D.; CLAYTON, M. K.** Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on nutrient utilization and milk production. *Journal of Dairy Science*, v.83, p.106-114, 2000.
- VALADARES FILHO, J.C.; PINA, D.S.** Fermentação ruminal. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.). *Nutrição de ruminantes*. 1.ed. Jaboticabal: Funep, p.151-182, 2006.
- VAN KESSEL, J. S.; RUSSEL, J. B.** The effect of amino nitrogen on the energetic of ruminal bacteria and its impact on energy spilling. *Journal of Dairy Science*, v.79, p.1237-1243, 1996.
- VAN SOEST, P. J.** Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. *Journal of Animal Science*, v.24, p.834-843, 1965.
- VAN SOEST, P. J.** *Nutritional ecology of the ruminant*, 2 ed. Ithaca, NY: Cornell University, 1994. 476 p.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A.** Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.74, p.3583-3597, 1991.
- WATTIAUX, M.** Introduction to silage-making. Dairy Updates. The Babcock Institute. Feeding, n.502, 1999. Disponível em: http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/du/du_502.en.pdf. Acesso em 16 novembro, 2008.

- WEIDNER, S. J.; GRANT, R. J.** Altered Ruminant Mat Consistency by High Percentages of Soybean Hulls Fed to Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, v.77, 2: 522 – 532, 1994.
- WEIMER, P. J.** Why don't ruminal bacteria digest cellulose faster? *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 79, n. 8, p. 1496–1502, Aug. 1996.
- WELCH, J. G.** Rumination, particle size and passage from the rumen. *Journal of Animal Science*, v.54, p.885-894, 1982.
- WELCH, J. G.; HOOPER, A. P.** Ingestion of feed and water. In: CHURCH, D.C. (Ed.). *The ruminant animal: digestive physiology and nutrition*. Englewood Cliffs:Reston. p.108-116, 1988.
- WHITERS, P. C.** *Comparative animal physiology*. New York: Saunders College Publishing, p.949, 1992.
- WIERSMA, D. W.; CARTER, P. R.; ALBRECHT, K. A.; COORS, J. G.** Kernel milkline stage and corn forage yield, quality, and dry matter content. *Journal of Production Agriculture*, v.6, p.94-99, 1993.
- WILSON, J. R.** Organization of forage plant tissue. In: JUNG, H. G.; BUXTON, D. R.; HATFIELD, R. D.; RALPH, J. (Ed.) **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1993. p.1-32.
- WILSON, J. R.; KENNEDY, P. M.** Plant and animal constraints to voluntary feed intake associated with fibre characteristics and particle breakdown and passage in ruminants. *Aust. J. Agric. Res.* 47: 199 - 225, 1996.
- WILTBANK, J. N.** Changing reproductive performance in beef cow herds. In: THE ANNUAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INSEMINATION AND EMBRYO TRANSFER IN BEEF CATTLE, 1985, Denver, EUA. **Proceedings...** Denver, 1985. p.15-27.
- WOLF, D. P.; COORS, J. G.; ALBRECHT, K. A., UNDERSANDER, D. J.; CARTER, P. R.** Agronomic evaluations of maize genotypes selected for extreme fiber concentrations. *Crop Sci.* 33:1359 -1365, 1993.
- YANG, W.Z.; BEAUCHEMIM, K.A.; RODES, L.A.** Effects of grain processing, forage to concentrate ration, and forage particle size on rumen pH and digestion by dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.84, p. 203 - 2216, 2001.
- YANG, W. Z.; BEAUCHEMIN, K. A.** Physically effective fiber: method of determination and effects on chewing, ruminal acidosis, and digestion by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.89, p.2618-2633, 2006a.
- YANG, W. Z.; BEAUCHEMIN, K. A.** Increasing the physically effective fiber content of dairy cow diets may lower efficiency of feed use. *Journal of Dairy Science*, v.89, p.2694-2704, 2006b.

ZEOULA, L. M.; BELEZE, J. R. F.; CECATO, U.; JOBIM, C. C.; GERON, L. J. V.; MAEDA, E. M.; FALCÃO, A. J. S. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes estádios de maturação. 4. Digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e fibra em detergente neutro da porção vegetativa e planta inteira. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, p.567-575, 2003.