

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO

FLAVIO HENRIQUE VIDAL AZEVEDO

**AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO DENTADOS PARA
PRODUÇÃO DE SILAGEM**

CAMPOS DOS GOYTACAZES

Abril/2016

FLAVIO HENRIQUE VIDAL AZEVEDO

**AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO DENTADOS PARA
PRODUÇÃO DE SILAGEM**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal, na área de concentração Nutrição e Produção Animal.

ORIENTADOR: PROF. RICARDO AUGUSTO MENDONÇA VIEIRA

CAMPOS DOS GOYTACAZES

Abril/2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCT / UENF**

126/2016

Azevedo, Flávio Henrique Vidal

Avaliação de híbridos de milho dentados para produção de silagem / Flávio Henrique Vidal Azevedo. – Campos dos Goytacazes, 2016.

51 f. : il.

Tese (Doutorado em Ciência Animal) -- Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Laboratório de Zootecnia. Campos dos Goytacazes, 2016.

Orientador: Ricardo Augusto Mendonça Vieira.

Coorientadores: Tadeu Silva de Oliveira, Leonardo Siqueira Glória e Messias Gonzaga Pereira.

Área de concentração: Nutrição e produção animal.

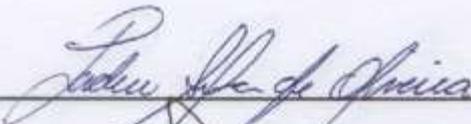
FLAVIO HENRIQUE VIDAL AZEVEDO

**AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO DENTADOS PARA
PRODUÇÃO DE SILAGEM**

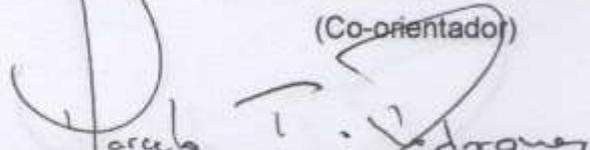
Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como requisito parcial para obtenção do grau
de Doutor em Ciência Animal, na área de
concentração Nutrição e Produção Animal.

Aprovada em 28 de abril de 2016.

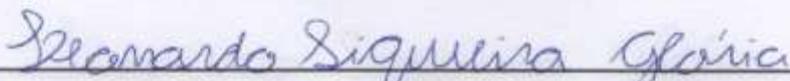
BANCA EXAMINADORA



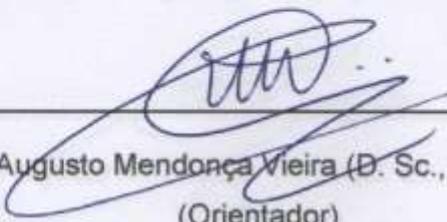
Dr. Tadeu Silva de Oliveira (D. Sc., Zootecnia) – UENF
(Co-orientador)



Prof. Marcelo Teixeira Rodrigues (Ph. D., Dairy Science) - UFV



Dr. Leonardo Siqueira Glória (D. Sc., Genética e Melhoramento)
(Co-orientador)



Prof. Ricardo Augusto Mendonça Vieira (D. Sc., Zootecnia) - UENF
(Orientador)

Dedicatória

A minha filha Helena, por ser a maior riqueza de minha vida.

Aos meus pais Dario dos Santos Azevedo e Rita Cássia Moreira Vidal Azevedo pelo carinho, incentivo e apoio incondicional.

Ao meu irmão Mario Victor Vidal Azevedo por estar sempre me apoiando em todos os momentos.

A Minha namorada e futura esposa Karla Rodrigues de Lima por estar me apoiando e incentivando com muito amor.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro pela oportunidade de realizar o curso e pela concessão da bolsa.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, ao Instituto de Zootecnia e ao Departamento de Nutrição Animal e Pastagem por grande parte de minha formação.

Ao meu Orientador Ricardo Augusto Mendonça Vieira pelos ensinamentos, paciência e pela amizade.

Ao meu compadre FOCA pela amizade de longa data e respeito que tenho por ele.

Aos professores e amigos da UFRRJ João Carlos, João Batista e José Bonifácio pelos ensinamentos e boa companhia.

A todos tios e primos tão importantes na minha vida

Aos meus co-orientadores Tadeu Silva de Oliveira, Messias Gonzaga Pereira e Leonardo Siqueira Glória pelos ensinamentos e colaboração na banca.

Aos professores do CCTA, em especial aos do LZO, pelos ensinamentos transmitidos para minha formação profissional.

Ao membro componente da banca examinadora Prof. Marcelo Teixeira Rodrigues , pela avaliação do trabalho, orientação e sugestões fornecidas.

Aos bons amigos e Zootecnistas Raphael Gomes, Marcos Beginini, Tadeu Oliveira, Raphael Pavesi e Nardele Moreno pela grande amizade e pelas boas conversas.

Aos amigos de república Marcelo Cabral e Jhone pela companhia e convivência.

Aos amigos da equipe de trabalho Daniel Dardengo, Rafael Gomes, Carlos Paiva, Davi Barbosa, Jocarla Crevelari, Laila Bendia, Antônio Paulo Neto, Matheus Abreu, Wagner Tammy, Luiza Maciel e Isabela Amorim.

Aos funcionários Alcir Manhães da Silva, Robson Alves de Carvalho e Almir Ribeiro de Carvalho Junior todos os funcionários da Estação Experimental da Ilha Barra do Pomba em Itaocara por estarem sempre prontos a ajudar e pela total dedicação ao trabalho.

Aos amigos Marcio Giovani, Calixto Sales e Marcelo Sales, pela convivência na minha tão querida ROÇA.

E a todos aqueles que não foram citados, mas que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste experimento.

RESUMO

AZEVEDO, Flavio Henrique Vidal, D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; abril de 2016; AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO DENTADOS PARA PRODUÇÃO DE SILAGEM. Orientador: Professor Ricardo Augusto Mendonça Vieira.

Objetivou-se com este estudo selecionar híbridos de milho para silagem adaptados à áreas de tropicais com baixas altitudes. Os 20 híbridos utilizados são oriundos de cruzamento de variedades com endosperma farináceo e quatro híbridos comerciais foram avaliados quanto a produção agrônômica e potencial nutricional. Um dos híbridos comerciais possui o endosperma dos tipo vítreo. O arranjo experimental utilizado foi o de blocos completamente casualizados com quatro repetições repetidos em dois locais diferentes, um local está localizado no região norte (15m acima do nível do mar) e o outro local está localizado na região noroeste (50m acima do nível do mar) do estado do Rio de Janeiro. O modelo estatístico foi ajustado com um modelo linear misto generalizado, o melhor ajuste incluindo a função de densidade de probabilidade (f.d.p.), foram escolhidos utilizando-se o critério de informação de Akaike corrigido para pequenas amostras. As médias da composição química foram estimadas utilizando o melhor preditor linear não viesado (B.L.U.P.), considerando o local como fator fixo e os híbridos e os blocos como efeitos aleatórios. Para ajuste da produção *in vitro* de gás foi utilizado o modelo bifásico monomolecular e GNG1, e o melhor ajuste foi selecionado utilizando o critério de informação de Akaike. A melhor escolha da f.d.p para interpretar quantitativamente o conteúdo de proteína bruta dos híbridos de milho foi a T-central. Para o conteúdo de lignina na fibra foi Inversa de Gauss. A função Gamma foi a melhor escolha para produção de material vegetativo e para as demais variáveis a função normal foi a melhor escolha. Foi detectada diferença para os valores preditos de produção de matéria vegetativo e para conteúdo de matéria seca, as demais variáveis avaliadas não se detectou diferença devido a sobreposição dos intervalos de confiança de 99% estimados pelos B.L.U.P. Não foi detectada diferenças entre os parâmetros estimados pelos perfis de produção de gás *in vitro* dos híbridos de milho. Os híbridos de milho utilizados neste estudo apresentam baixa variabilidade genética, assim não se pode discriminar seus valores de produção e seu valor nutricional. Os híbridos desenvolvidos pela UENF apresentam um bom valor nutricional para produção de silagem com uma proporção de grãos na massa ensilada de 280g/kg, estes valores estão próximos aos reportados pelo NRC (1996), com a vantagem de apresentar reduzida proporção de lignina na matéria fibrosa. O uso histórico de híbridos de milho na região norte e noroeste do estado do Rio de Janeiro para produção de grãos pode ser estendida para a produção de silagem. Nutricionalmente, os híbridos de milho apresentam baixa variabilidade em termos de qualidade, o que permite inferir que pesquisas com novos cruzamentos para produção de híbridos com elevadas produções e alta proporção de grãos seja profícua.

Palavras chave: Silagem de milho; endosperma farináceo; seleção

ABSTRACT

AZEVEDO, Flavio Henrique Vidal, D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; april of 2016; EVALUATION OF DENT CORN HYBRIDS FOR SILAGE PRODUCTION. Advisor: Ricardo Augusto Mendonça Vieira.

The aim of this study was the selection of corn hybrids for silage production adapted to the tropics at low altitudes areas. Twenty corn hybrids originated from the crossing of varieties with dent endosperm and four commercial hybrids were evaluated in terms of agronomic yield and nutritional potential. One of the commercial hybrids was of the flint endosperm type. The field study was arranged as a randomized complete block design with four replicates at two places, i.e., one place at the northern (15 m above the sea level) and another at the northwestern (50 m above the sea level) Rio de Janeiro state. The statistical model was fitted as a generalized linear mixed model and the best fit, including the most suited probability density function (p.d.f.), was chosen based on the Akaike information criterion corrected for small samples. The average chemical composition was based on the best linear unbiased predictors (B.L.U.P) by considering place as a fixed factor and hybrids and blocks within place as random effects. To predict the state trajectory of the in vitro gas production, biphasic models of the monomolecular and GNG1 versions were used and the best fits were based on the Akaike information criterion. The most suited p.d.f. to interpret quantitatively the crude protein content of the corn hybrids was the t-central, whereas for the lignin content in the fiber content was the Gauss Inverse. The gamma function was best suited for the vegetative yield and the normal distribution best suited for other variables. Detectable differences of the both predicted vegetative yield and dry matter content were observed; nonetheless, there were no detectable differences because of overlapped 99% confidence intervals for B.L.U.P.'s of other tested variables. There were no detectable differences among parameter estimates of the in vitro gas production profiles of the corn hybrids. The corn hybrids used in the present study presented low genetic variability, which did not allow discrimination with respect to the dry matter yield and nutritional value. The hybrids developed by UENF presented a good nutritional potential for silage production and proportion of grains amounting to 280 g per kg of ensiled mass, a value equivalent to those reported by NRC (1996), and an advantage of presenting a reduced lignin proportion in the fibrous matter. The historical use of these hybrids in the Northern and Northwestern regions of the Rio de Janeiro state aiming grain production may be extended to silage production. Nutritionally, the studied corn hybrids presented low variability in terms of quality, which allow us to infer that the search for new crossings that produce hybrids with greater yield and higher proportion of grains.

Keywords: Corn silage; dent endosperm; selection

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1. Localização do pericarpo, endosperma farináceo, endospermavítreo e do germe no grão de milho. Fonte (PAES, 2006)..... 19
- Figura 2. Microscopia eletrônica dos grânulos de amido. (A) endosperma córneo, grânulos de amido revestidos pelas proteínas. (B) endosperma farináceo, grânulos de amido levemente unido entre si sem a presença de proteínas. Fonte (GIBBON et al., 2003). 20
- Figura 3. Milho dentado com indentação típica no topo do grão e endosperma farináceo (a) e milho duro (flint) com topo do grão arredondado e alta proporção de endospermavítreo (b). Fonte (www.google.com.br/imagens). 20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição dos 19 híbridos e das cinco testemunhas utilizados nos experimentos quanto ao tipo de grão, geração e procedência obtidos por cruzamento em Campos dos Goytacazes e Itaocara (RJ), no ano agrícola de 2013/2014.....	23
Tabela 2. Análise da composição química, pH e matéria orgânica do solo dos dois locais utilizados no experimento.	24
Tabela 3. Escolha da função densidade de probabilidade mais verossímil na distribuição das análises químicas dos híbridos estudados.....	31
Tabela 4. Valor de P e as estimativas dos parâmetros de variância e respectivos intervalos de confiança para a composição química dos híbridos estudados.....	34
Tabela 5. Valores preditos através do B.L.U.P e os respectivos intervalos de confiança a 95% de significância das variáveis de produção e de composição química dos híbridos estudados.	35
Tabela 6. Escolha dos melhores modelos, efeito aleatório e variância para descrição da produção cumulativa de gás da planta inteira, do material vegetativo e do grão.....	39
Tabela 7. Parâmetros estimados e os respectivos erros padrão, variância e a correlação com os respectivos intervalos de confiança dos melhores modelos para planta inteira, material vegetativo e grão.....	40

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVO	13
3. REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1. CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA E ORIGEM DO MILHO.....	14
3.2. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA	15
3.3. MELHORAMENTO GENÉTICO DO MILHO PARA SILAGEM.....	15
3.4. VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM DE MILHO.....	17
3.5. AMIDO.....	18
3.6. GRÃO DE MILHO.....	18
4. MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1. COLETA DAS AMOSTRAS	25
4.2. PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS E ESTIMAÇÃO DO VALOR NUTRICIONAL.....	25
4.3. PRODUÇÃO CUMULATIVA DOS GASES	26
4.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	27
5. RESULTADOS	30
6. DISCUSSÃO	41
7. CONCLUSÃO	45
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1. INTRODUÇÃO

A competitividade crescente do agronegócio exige cada vez mais uma especialização por parte dos produtores. Uma das alterações mais sentidas nessa cadeia produtiva foi a melhoria do potencial genético dos animais empregados. O melhoramento genético foi bastante atuante, contribuindo efetivamente para a elevação da média de produção de leite de 676 litros/vaca/ano em 1981 (ANUÁRIO, 2002), e hoje com municípios como Castro no Paraná, que apresentaram produções de 7120 litros/vaca/ano no ano de 2013 (IBGE, 2014).

A melhoria desse potencial produtivo dos animais requer uma alimentação mais eficiente e equilibrada, possibilitando realmente aumento na produção. Entretanto, as condições climáticas prevaletentes impedem ou dificultam a obtenção de forragem de boa qualidade durante todo o ano, quer seja pela ausência de precipitação ou pelo excesso de frio em determinado período. Seja no segmento de pecuária de corte ou de leite o modelo exploratório brasileiro conjuga alimentação do rebanho a pasto com suplementação volumosa no período de escassez de alimentos. Nesse modelo o produtor cada vez mais tem certeza que a prática da ensilagem é a garantia de alimento farto e de qualidade para a entressafra (ZAGO, 2002).

Dentre as espécies utilizadas para a produção de silagem, o milho se destaca. Uma vez que ele possui todas as condições necessárias para uma boa fermentação (matéria seca (MS) entre 30 a 37%, conteúdo de carboidratos solúveis > 8%), proporcionando uma forragem de ótimo valor nutritivo, sem restrições alimentares para os animais. Além disso, o milho apresenta elevado potencial produtivo de matéria seca por área, chegando a mais de 15 t/ha (OLIVEIRA et al., 2010), viabilizando sua exploração. Estima-se que sejam cultivados no Brasil aproximadamente 800 mil hectares com milho destinado exclusivamente para a silagem (ZAGO, 2002), área que vem crescendo nos últimos anos.

Historicamente no Brasil, não possui programas de melhoramento com o objetivo de selecionar milhos superiores a serem utilizados na forma de silagem, uma vez que durante anos acreditou-se que os melhores milhos para a produção de grãos também seriam os mais indicados para uso na confecção de silagem. Uma vez que os grãos são mais digestíveis que o material vegetativo da planta (DAYNARD e

HUNTER, 1975), levando a crença de que quanto maior a participação dos grão na massa ensilada, maior o valor nutritivo da silagem.

Diversos trabalhos demonstram grandes variações na digestibilidade do amido do grão de diferentes híbridos de milho (MICHALET-DOREAU e CHAMPION, 1995; PHILIPPEAU e MICHALET-DOREAU, 1998; PHILIPPEAU et al., 1999; CORREA et al., 2002). Isso se deve principalmente ao fato na variação da vitreosidade do endosperma dos grãos (vítreo e dentado). Onde constatou-se que o aumento da participação do endosperma vítreo no grão correlaciona-se negativamente com a digestibilidade do amido, principalmente devido à baixa degradação ruminal deste tipo de endosperma.

Além das características como produtividade, digestibilidade e percentual de espigas nas variedades de milho utilizados para produção de silagem, a textura do grão (vitreosidade) é outro fator que passa a ser observado na escolha de híbridos utilizados para alimentação animal, uma vez que características relacionadas ao endosperma do grão do milho afetam a degradabilidade do amido no rúmen.

2. OBJETIVO

Selecionar híbridos de milho com o endosperma dentado com bom valor nutritivo e elevada produção de massa seca.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA E ORIGEM DO MILHO

Dentro da classificação botânica, o milho pertence à classe Liliopsida, à família Poaceae, à subfamília *panicoideae*, à tribo *Maydeae*, ao gênero *Zea*, à espécie *Zea mays*. O gênero *Zea* é considerado monotípico e constituído por uma única espécie, ou seja, *Zea mays* L. (CANECHIO FILHO, 1985).

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie diplóide com ($2n = 2x = 20$) cromossomos, alógama com taxa de autofecundação inferior a 5%, e monóica que apresenta na mesma planta os dois sexos, separados em diferentes inflorescências (FERREIRA, 2008). As flores masculinas localizam-se na panícula terminal, conhecida como pendão, e as flores femininas, em espigas axilares. A espiga é constituída por um eixo ou ráquis, local que se desenvolvem centenas de ovários, cada um com um saco embrionário (Magalhães, 2002).

Planta de porte ereto, com altura oscilando entre 1 e 2,5 metros, de acordo com as variedades. Possui caule do tipo colmo de calibre robusto e folhas largas, planas e pontiagudas, muito eficientes em fotossíntese (BULL e CANTARELLA, 1993). A planta de milho é considerada como sendo uma das mais eficientes na conversão de energia radiante e, conseqüentemente, na produção de biomassa (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000).

O milho é originário da América Central (México/Guatemala), sendo cultivado em todas as regiões do mundo, sejam temperadas ou tropicais. Seu cultivo é favorecido em épocas do ano em que a temperatura do ar é superior a 15°C. Seu desenvolvimento é muito afetado pela quantidade de radiação solar, por isso as maiores produtividades são obtidas em condições de alta radiação. Em relação ao fotoperíodo o milho é considerado como planta neutra ou de dias curtos (REICHARDT, 1993).

3.2. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

O milho é considerado um dos cereais cujo plantio é mais disseminado no mundo. Este cereal é destinado à alimentação humana, animal, produção de combustíveis e usos industriais. A importância relativa deste cereal varia entre os países, em função da renda da população, de aspectos culturais e das possibilidades de sua produção agrícola.

Segundo a FAO (2013), a quantidade total produzida mundialmente do milho em 2012 foi de 875 098 631 toneladas. Os Estados Unidos é o principal produtor e consumidor produzindo aproximadamente 274 milhões de toneladas, China 208 milhões de toneladas e o Brasil produziram cerca de 71 milhões de toneladas. Os Estados Unidos respondem em média por 31% da produção mundial nos últimos cinco anos. Na segunda posição vem China com 24% e o Brasil na terceira posição com 8%. No Brasil a área plantada de milho total na safra (2012/2013) foi de 15 904,6 milhões de hectares, com produtividade de 5 115 (kg ha⁻¹) e produção de 81 344,4 milhões de toneladas (CONAB, 2013).

De acordo com o levantamento da CONAB na safra de 2012/2013, no Brasil, as principais áreas produtoras estão nas regiões Centro-Oeste, Sul. Sendo os Estados do Mato Grosso e Paraná os principais produtores de milho do Brasil (CONAB, 2013).

Em se tratando da região Norte e Noroeste Fluminense, a cultura vem sendo utilizada como uma alternativa de diversificação. Embora não seja uma região tradicional de cultivo de grãos, é fundamental que se disponha de cultivares melhoradas, uma vez que, além da necessidade do milho para produção de grãos, a região utiliza bastante esta cultura para a produção de silagem para o gado (CONAB, 2013).

3.3. MELHORAMENTO GENÉTICO DO MILHO PARA SILAGEM

Por ser um dos cereais de maior importância econômica e social em nível mundial, o milho apresenta-se como uma das espécies vegetais mais estudadas e é

a que mais contribui para o conhecimento dos princípios básicos e para o desenvolvimento de modelos genéticos envolvendo os diversos tipos de cruzamentos (VITTORAZZI et al., 2013).

Embora tenha ocorrido essa evolução no melhoramento genético do milho, no Brasil, ainda não existe cultivares de milho desenvolvido especificamente para produção de silagem, sendo utilizadas para esses fins aquelas desenvolvidas para a produção de grãos (OLIVEIRA et al., 2010). Desta forma, algumas empresas produtoras de sementes, estão dando maior ênfase na escolha dos híbridos para silagem, buscando híbridos com boa estabilidade agrônômica, com maior tolerância a pragas e doenças, de modo que possam expressar as características produtivas desejadas, com alta produção de forragem e com grande participação de grãos no seu conteúdo (PIONNER, 2013).

Basicamente as indústrias produtoras de sementes de milho sempre desenvolveram seus programas de melhoramento de plantas visando à produção de grãos, sem ter um programa específico para a produção de milho forrageiro. Normalmente avaliam-se as características bromatológicas das cultivares já desenvolvida ou na fase final de desenvolvimento verificando suas qualidades como forrageiras (CRUZ, 2000).

Existe no Brasil, uma grande preocupação por parte dos pesquisadores em relação à produção de milho para silagem, pois há uma disponibilidade restrita de cultivares de milho com grãos farináceos, que garantam alta digestibilidade.

Na safra passada das 479 cultivares de milho apenas 30 eram classificadas como dentadas, ou seja, que apresentam endosperma farináceo. Esta questão preocupa pesquisadores, técnicos de campo e pecuarista, pois essas poucas cultivares são as indicadas para a produção de silagem (PEREIRA, 2013).

Nos EUA, o milho dentado é muito mais utilizado e pode ser considerado o milho tradicional do País. Em uma pesquisa conduzida na universidade do Wisconsin no ano 2000, com mais de 300 híbridos, todos eram dentados, caracterizando a alta prevalência desse tipo de milho no mercado norte-americano. Também na Europa o milho cultivado é tipicamente dentado ou semi-dentado. Já no Brasil existe uma vasta predominância do milho duro ou vítreo (CORREA et al., 2002).

Segundo Pereira (2013), os prejuízos para a pecuária são enormes, já que são grande dependentes da silagem de milho. Segundo o mesmo autor, falta

conhecimento por parte dos melhoristas sobre quais características do milho aprimorar a fim de elevar a digestibilidade e aumentar o período de colheita. Como se sabe as cultivares mais duras, são indicadas para produção de grãos, que é o principal mercado da planta, o que torna menos interessante para as empresas o desenvolvimento de híbridos específicos para silagem.

Segundo Correa et al. (2002) nos Estados Unidos, é encontrada a maior oferta de cultivares de milho com grãos dentados, alta produção de folhas e colmos com baixa lignina. Segundo o mesmo autor, uma boa cultivar deve apresentar pouco volume de sabugo e colmos, alta digestibilidade da parte vegetativa folhas, colmos e sabugos. É preciso haver uma associação entre a qualidade dos grãos e da planta.

Philippeau et al. (1999) realizaram um trabalho na França, e verificaram que a matéria seca e o amido do milho dentado degradam, em nível de rúmen, aproximadamente 1,5 vezes mais rápido que do o milho duro.

O rendimento de grãos de milho é determinado, principalmente, pelo número de grãos por planta e por unidade de área, e, em menor escala, pelo peso do grão. A obtenção do maior número de grãos possível ocorre em função da população e do número de espigas encontradas por planta (prolificidade) e por área, os quais variam capacidade de desenvolver mais de uma espiga quando as condições ambientais são propícias, podendo incrementar o rendimento de grãos.

O melhoramento de milho para silagem segue os mesmos métodos de melhoramento para a produção de grãos, porém exigem do melhoristas o estudo do comportamento agrônomo, produtivo e valor nutritivo dos materiais genéticos existentes, a fim de determinar a qualidade da silagem produzida.

3.4. VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM DE MILHO

A composição química indica a concentração dos principais nutrientes de um dado alimento. Van Soest (1994) foi mais específico ao exemplificar que a composição química das plantas e, conseqüentemente, o seu valor nutritivo, resultam da distribuição das fontes fotossintéticas nos vários tecidos vegetais. O valor nutritivo dos vegetais depende diretamente da disponibilidade de conteúdo celular distribuído na

parte aérea da planta e da estrutura de parede celular que tem a sua disponibilidade em interdependência com o grau de lignificação.

A silagem de milho é a principal forrageira utilizada para produção silagem (HUNTER, 1978). Sendo uma importante fonte de energia nas dietas de ruminantes, com tudo a magnitude com que esta energia é utilizada, é dada pela vitreosidade do amido contidos nos grãos de milho (CORREA et al., 2002).

3.5. AMIDO

O amido é a forma mais importante de armazenamento de energia pelas plantas (VAN SOEST. 1994). Podendo ser armazenados em duas formas distintas de amido. Amilopectina que é caracterizada por ligações de glicose α 1-4 com ramificações devido as ligações α 1-6 e a amilose que é marcada por apresentar poucas ramificações o que lhe confere maior cristalinidade (BULEON et al., 1998). Normalmente, menos da metade da amilose apresenta ramificações, com menos de uma ramificação a cada vinte moléculas. Já a amilopectina apresenta uma ramificação a cada vinte moléculas de glicose. A amilose geralmente possui um peso molecular de 100 kDa em quanto a amilopectina apresenta de 104 a 106 kDa (BULEON et al., 1998). A relação amilopectina/amilose é controlada tanto geneticamente quanto por fatores ambientais (KLÖSGEN et al., 1986), como altas temperaturas durante o período de enchimento dos grãos, que prejudicam o acúmulo de amido nos grânulos, e aumentam a participação de amilose nestes (TESTER et al., 2006).

3.6. GRÃO DE MILHO

O grão de milho (figura 1) é composto por endosperma, embrião(germe) e pericarpo. O endosperma, sendo composto por aproximadamente 86% de amido, e 10% de proteínas, principalmente as zeínas (LENDING E LARKINS, 1989). A constituição dos grãos varia de acordo com a variedade, o tipo de solo e os fatores

climáticos. Sendo assim, o grão pode conter valores próximos a 11% de germe, 5% de pericarpo e 80% de endosperma (CORREA et al., 2002).

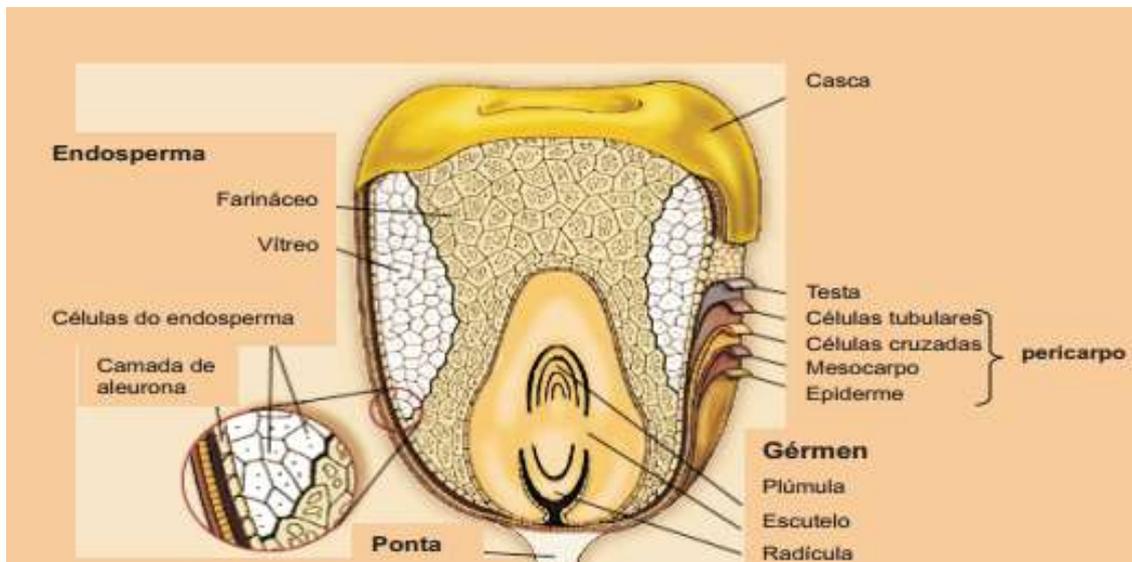


Figura 1. Localização do pericarpo, endosperma farináceo, endosperma vítreo e do germe no grão de milho. Fonte (PAES, 2006).

O pericarpo é a superfície protetora que envolve o grão servindo como uma barreira (LENDING e LARKINS, 1989), impedindo a atividade de enzimas quando os grãos não sofrem mastigação ou processamento (ZEOULA et al., 2003).

O endosperma corresponde a uma estrutura de reserva, contendo quase que a totalidade do amido presente no grão, este é subdividido em outras camadas. A camada mais externa é chamada de aleurona, sendo seguida pelo endosperma periférico, após esta camada vem o endosperma córneo, a camada mais interna é denominada de endosperma farináceo (PAES, 2006).

O endosperma córneo é caracterizado por apresentar grânulos de amido envoltos por uma camada, que é composta principalmente por proteína (zeína) e carboidratos não amiláceos, este revestimento dos grânulos de amido (figura 2 A) proporciona certo grau de impermeabilidade à água e resistência a atividade enzimática. Já o endosperma farináceo se encontra próximo do embrião, sendo constituído quase que exclusivamente por grânulos de amido (figura 2 B), apresenta grande susceptibilidade a água e atividade enzimática (PAES 2003). Assim as cultivares, que apresentam alta proporção de endosperma periférico e córneo, são chamadas de vítreos, córneos ou pétreos, devido a sua aparência vítrea. Já as cultivares ricas em endosperma farináceo são denominados, opacos, farináceos, macios ou moles. Com a perda de umidade do grão, durante o processo de maturação fisiológica da planta, o endosperma farináceo reduz o seu volume mais do que as

camadas duras no lado do endosperma, assim se origina a endentação, pelo enrugamento do endosperma no topo da semente (Figura 3). Grãos do tipo córneo têm endosperma duro ou cristalino ocupando quase todo o seu volume, levando a uma aparência mais cristalina.

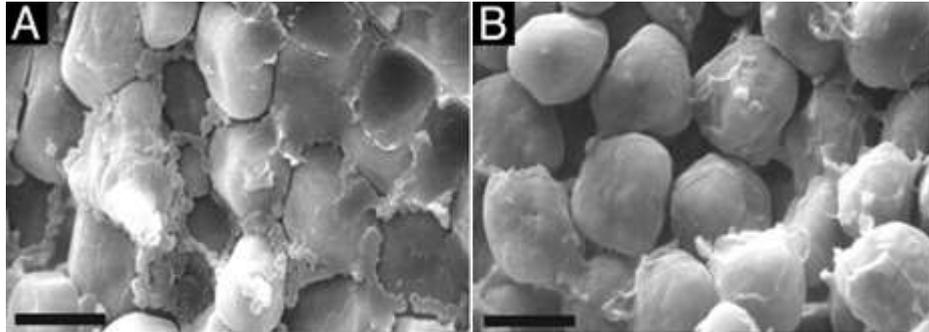


Figura 2. Microscopia eletrônica dos grânulos de amido. (A) endosperma córneo, grânulos de amido revestidos pelas proteínas. (B) endosperma farináceo, grânulos de amido levemente unido entre si sem a presença de proteínas. Fonte (GIBBON et al., 2003).

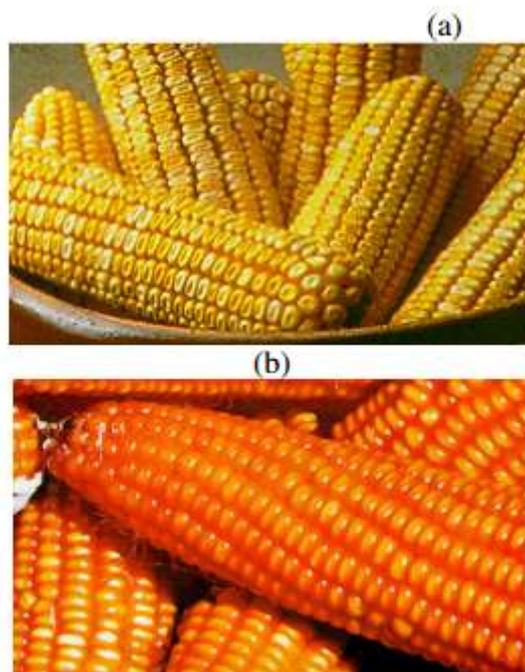


Figura 3. Milho dentado com endentação típica no topo do grão e endosperma farináceo (a) e milho duro (flint) com topo do grão arredondado e alta proporção de endosperma vítreo (b). Fonte (www.google.com.br/imagens).

Pereira et al. (2013) avaliou a degradação efetiva no rúmen do amido de três híbridos norte-americanos e de três nacionais. E verificou que os híbridos americano classificados como de grão farináceo apresentaram degradação efetiva de 77,4% do amido enquanto o grupo de grãos duros não passou de 48,5%. Tal diferença exige que o produtor disponha de maior volume de alimentos concentrados. Produtores têm

conseguido um aumento na produção de 2 litros de leite/dia com vacas alimentadas a partir de silagem feita de cultivares mais farináceas.

De acordo com Pereira et al. (2013) as cultivares farináceas apresentam maturação mais lenta do que o milho duro o que torna maior o período de corte e ensilagem. Desta forma pelo fato de propiciar o corte mais tardio a planta terá maior teor de matéria seca.

Correia et al. (2002) analisou a digestibilidade *in situ* do amido e a vitreosidade dos grãos de milho de cinco híbridos brasileiros e quatorze híbridos americanos, relatando que a vitreosidade está inversamente correlacionada com a digestibilidade do amido, ainda encontrou valores de vitreosidade maiores para os híbridos brasileiros. Mostrando uma necessidade de se selecionar híbridos de milhos dentados no Brasil.

Ainda de encontro com a seleção de variedades de milho Buxton et al. (1996) cita que além da seleção para produção e qualidade dos grãos, deve-se fazer seleção com atenção a qualidade da fração fibrosa da planta. Podendo ser feita com a redução da fração fibrosa ou com aumento da taxa e da extensão da digestão da fibra.

O componente que mais limita a digestão da fibra é reconhecidamente a lignina. Porém a redução nos teores de lignina não deve ser indiscriminada, pois ela é responsável pelo suporte mecânico dos caules e folhas, resistência a doenças, insetos e outros estresses (JUNG e DEETZ, 1993).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Os híbridos de milho utilizados foram plantados numa área experimental em Campos dos Goytacazes (Região Norte Fluminense), localizada nas coordenadas geográficas 21°38'57,48" sul e 41°20'34,65 oeste. e em outra área experimental situada em Itaocara (Região Noroeste Fluminense), de coordenadas 21°38'39,93" sul e 42°3'7,18" oeste. Constituindo, portanto, 2 ambientes. O clima da região é o Tropical com estação seca com classificação Aw Kotték et al. (2006) a precipitação média é de 800 mm/ano para o local 1 e 1221mm/ano para o local 2.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com cinco repetições. Os tratamentos foram 19 híbridos de milho oriundos de cruzamentos de variedades que produzem grãos dentados e 5 híbridos considerados testemunhas (tabela 1). Cada parcela foi constituída por uma linha de cinco metros de comprimento, com espaçamento de 1,0 m entre linhas e semeadas cinco sementes por metro linear, o que totalizou 25 plantas por parcela. Foi feita análise de solo (tabela 2) para que corretivos e adubos fossem aplicados de forma a se alcançar a saturação por bases superior a 70%.

A semeadura dos experimentos em Campos dos Goytacazes e Itaocara foram realizadas em sistema convencional de plantio. As adubações de semeadura foram realizadas com a aplicação de 400 kg/ha do formulado N-P-K 8-28-16 e as adubações de cobertura foram efetuadas em duas etapas: a primeira 30 dias após o plantio com 300 kg/ha do formulado N-P-K 20-00-20 e a segunda após 45 dias com 200 kg/ha de uréia. O controle de plantas invasoras foi realizado com a aplicação de herbicida (Glifosato) antes do plantio e, se necessário, por capina manual adicional.

Tabela 1. Descrição dos 19 híbridos e das cinco testemunhas utilizados nos experimentos quanto ao tipo de grão, geração e procedência obtidos por cruzamento em Campos dos Goytacazes e Itaocara (RJ), no ano agrícola de 2013/2014.

Identificação	Híbridos	Tipo de Grão	Procedência
1	UENF-2194	Dentado	UENF
2	UENF-2195	Dentado	UENF
3	UENF-2199	Dentado	UENF
4	UENF-2205	Dentado	UENF
5	UENF-2198	Dentado	UENF
6	UENF-2203	Dentado	UENF
7	UENF-2192	Dentado	UENF
8	UENF-2206	Dentado	UENF
9	UENF-2207	Dentado	UENF
10	UENF-2208	Dentado	UENF
11	UENF-2209	Dentado	UENF
12	UENF-2210	Dentado	UENF
13	UENF- 2200	Dentado	UENF
14	UENF-2202	Dentado	UENF
15	UENF-2201	Dentado	UENF
16	UENF-2204	Dentado	UENF
17	UENF-2193	Dentado	UENF
18	UENF-2191	Dentado	UENF
19	Piranão 13	Dentado	UENF
20	AG 1051**	Dentado	Comercial
21	UENF-2197**	Duro	UENF
22	UENF-2196**	Duro	UENF
23	Br 106**	Semi-dentado	Comercial
24	UENF 506-11**	Semi-dentado	UENF

**Testemunhas

Tabela 2. Análise da composição química, pH e matéria orgânica do solo dos dois locais utilizados no experimento.

Local	Profundidade cm	pH	P mg/dm ³	k	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	C	MO g/dm ³	CTC g/dm ³	SB g/dm ³	V %	M %	ISNa %	Fe	Cu	Zn	Mn	B
							Mmol/dm ³														mg/dm ³
Campos	0-10	5,0	42	2,4	11,6	6,3	1,5	26,7	1,3	12,3	21,21	48,3	21,6	45	6	3	34,23	0,32	2,74	9,56	0,16
Campos	10-20	4,2	6	1,7	9,3	4,6	3,7	26,4	1,0	10,3	17,76	43,0	16,6	39	18	2	25,69	0,26	1,64	5,15	0,22
Itaocara	0-10	5,1	6	3,7	23,9	2,0	1,2	24,4	1,4	11,8	20,34	55,4	31,0	56	4	3	135,5	1,09	4,80	51,29	0,30
Itaocara	10-20	5,2	4	1,3	26,5	11,9	1,4	20,8	1,9	11,8	20,34	62,4	41,6	67	3	3	132,0	1,33	4,82	29,50	0,37

pH em água; p Fósforo; K Potássio; Ca Cálcio; Mg Magnésio, Al Alumínio; H+Al Hidrogênio +Alumínio; Na sódio; C carbono orgânico; MO Matéria orgânica; CTC Capacidade de Troca Catiônica; SB Soma de Bases; V Índice de Saturação de Bases; m Índice de Saturação de Alumínio; ISNa Índice de Saturação de Sódio; Fe Ferro; Cu Cobre; Zn Zinco; Mn Manganês; B Boro

4.1. COLETA DAS AMOSTRAS

As parcelas foram cortadas quando ao menos três das quatro parcelas apresentavam grãos no estágio farináceo (considerado o ponto ideal para ensilagem). Os cortes ocorreram no período da manhã depois que o orvalho secou. Os cortes foram a uma altura de 0,2 m da superfície do solo. Foram cortadas 15 plantas de cada parcela para se realizar as medições necessárias.

4.2. PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS E ESTIMAÇÃO DO VALOR NUTRICIONAL

As plantas colhidas de cada parcela foram reunidas e imediatamente pesadas em balança de ponteiro com capacidade de 50 kg (incrementos de 0,1 kg). Após a pesagem, as amostras foram identificadas separados os grãos por debulhagem do material vegetativo (folhas, caule, palha da espiga e sabugo) pesados novamente retirando-se 1,5 kg de palha fresca e todos os grãos de milho, secas em estufas de ventilação forçada à 55°C por 72 horas. Em seguida, o material foi retirado da estufa e pesado novamente para obtenção da matéria parcialmente seca. O milho e o material vegetativo secos foram moídos a 1 mm em moinhos tipo Wilye. A matéria seca total (Método 967.03, AOAC, 1990) foi feita com a palha e com os grãos e realizado cálculo da produção total de matéria seca, produção total de grãos, produção total de material vegetativo e da participação dos grãos na massa total. Foi ainda efetuada uma mistura do milho com o material vegetativo nas devidas proporções e utilizada nas análises químicas de gordura bruta (Método 2003.06, (Thiex et al., 2003)) e cinzas (Método 942.05, AOAC, 1990). O teor de proteína (PB) foi obtido por digestão das amostras (0,25 g) em 5 mL de H₂SO₄ e 1 g de uma mistura catalizadora 56:1 de Na₂SO₄ e Cu₂SO₄ .5H₂O em tubos de 100 ml, utilizando blocos de digestão de alumínio de acordo com as orientações descritas no método AOAC 984.13 e método AOAC 2001.11, incluindo a recuperação de N com utilização de NH₄H₂PO₄ e lisina-HCl (AOAC, 1990; (Thiex et al., 2002)). A matéria orgânica fibrosa (aFDN_{mo}) foi analisada com adição de sulfito de sódio e de solução padronizada de

amilase termoestável e com exclusão das cinzas de acordo com o método AOAC 2002.04 (Mertens, 2002). O teor de lignina foi analisado após digestão com H₂SO₄ padronizado a 72% (Möller, 2009).

4.3. PRODUÇÃO CUMULATIVA DOS GASES

A produção cumulativa de gases da fermentação foi obtida por meio de incubações anaeróbicas *in vitro* em banho maria a 39°C, com base nas metodologias descritas por Malafaia et al. (1999), com modificações introduzidas por Abreu et al. (2014).

Foi realizado uma corrida para amostras de planta inteira, de material vegetativo e de grãos, conforme a metodologia de Goering and Van Soest (1970). Foram incubados 0,5 g de amostra parcialmente seca em frascos de penicilina na cor âmbar (100 ml) e adicionados meio de cultura e inóculo ruminal conforme os procedimentos recomendados por Hall and Mertens (2008), fechados com rolhas de borracha, selados com lacres de alumínio e mantidos em banho maria com aquecimento a 39°C. O inóculo ruminal foi colhido de três ovinos com cânulas permanentes no rúmen (protocolo 207 da Comissão Institucional de Ética no Uso de Animais), alimentados uma vez ao dia com silagem de milho, farelo de soja e sal mineral compondo uma dieta que proporcionava 1,3 vezes a manutenção destes animais (AFRC, 1993). As coletas eram realizadas 2 horas após o fornecimento da dieta aos animais (período de maior consumo). Foram coletados separadamente material líquido e sólidos (colhidos no “raft”) do conteúdo ruminal e acondicionados em garrafas térmicas de boca ampla. O preparo do inóculo seguiu a proporção 2:1 de líquido e sólidos, respectivamente, e batidos em liquidificador por 60 segundos sob contínua infusão de CO₂. Em seguida, o material era filtrado através de quatro camadas de gaze. O inóculo filtrado foi adicionado ao meio de cultura reduzido na proporção de 1:4, respectivamente, e a mistura foi mantida em 39°C sob aspersão contínua de CO₂, até o momento em que a mistura foi transferida para os frascos contendo as amostras.

A pressão dos gases gerados com o progresso da fermentação foi obtida por leituras manométricas (0–7psi, incrementos de 0,05 psi) e o volume medido por meio de pipeta graduada (0–25 mL; incrementos de 0,1mL). Os frascos eram manualmente

agitados pela manhã e à tarde para homogeneização do meio com as partículas. As leituras de pressão e volume foram realizadas no equilíbrio inicial (tempo zero) e 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 42, 48, 72 e 96 horas após a adição do inóculo ruminal. A pressão e o volume cumulativo dos gases da fermentação ruminal foram obtidos somando-se as leituras corrigidas nos tempos efetivamente realizados. Os volumes de gases lidos foram padronizados em mL/0,1 g de matéria seca de amostra incubada.

4.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados considerando-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + b_{j(i)} + g_k + \alpha g_{ik} + e_{ijk} \quad \text{Eq. 1}$$

no qual Y_{ijk} corresponde à observação registrada no j -ésimo bloco dentro do i -ésimo local ($b_{j(i)}$) onde foi plantado o k -ésimo híbrido; μ é uma constante inerente ao modelo, α_i representa o i -ésimo local e g_k corresponde ao k -ésimo híbrido colhida na parcela correspondente ao k -ésimo híbrido (g_k) dentro do j -ésimo bloco (b_j) e αg_{ik} é o efeito da interação híbrido \times local e e_{ijk} corresponde ao erro aleatório é dado por. Fatores com letras Latinas são considerados aleatórios e com letras gregas considerados fixos.

As médias dos tratamentos (híbridos) foram estimadas por meio do melhor preditor linear não viesado (BLUP), com base na seguinte função básica previsível:

$$\mu_{ijk} = E[Y_{ijk} | g_k, b_{j(i)}, \alpha g_{ik}] \quad \text{Eq. 2}$$

Em que E é a esperança matemática de Y_{ijk} dado os efeitos aleatórios de híbrido g_k , bloco dentro de local $b_{j(i)}$ e a interação αg_{ik} .

Para cada variável da composição química, foi utilizada a teoria dos modelos lineares generalizados mistos, para avaliar a distribuição de densidade de probabilidade que melhor se adequa aos dados, testaram-se as seguintes funções:

Normal:

$$f(x) = \frac{-b \pm}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\mu}{\sigma} \right)^2 \right], x \in (-\infty, \infty). \quad \text{Eq. 3}$$

Gamma:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{\beta^\alpha x^{\alpha-1} e^{-\beta x}}{\Gamma(\alpha)} & \text{se } x \geq 0 \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad \text{Eq.4}$$

Inversa de Gauss (IV Gauss):

$$f(x; \mu, \lambda) = \left[\frac{\lambda}{2\pi x^3} \right]^{\frac{1}{2}} \exp \frac{-\lambda(x-\mu)^2}{2\mu^2 x}, \text{ se } x, \mu, \lambda > 0 \quad \text{Eq.5}$$

Log Normal:

$$f(x, \mu, \sigma) = \begin{cases} \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[\frac{-(\log(x)-\mu)^2}{2\sigma^2} \right], & \text{se } x > 0 \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases} \quad \text{Eq.6}$$

T-Central:

$$f(x) = \frac{\Gamma\left(\frac{v+1}{2}\right)}{\sqrt{v\pi}\Gamma\left(\frac{v}{2}\right)} \left(1 + \frac{x^2}{v}\right)^{-\left(\frac{v+1}{2}\right)} \quad x \in (-\infty, \infty). \quad \text{Eq.7}$$

Beta:

$$f(x) = \frac{\Gamma(\alpha+\beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} x^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1} \quad x \in (0,1) \text{ e } \alpha, \beta > 0 \quad \text{Eq.8}$$

Utilizando o procedimento GLIMMIX do S.A.S (Littell et al., 2006). A escolha da distribuição mais verossímil foi feita utilizando-se o critério de AKAIKE (Akaike, 1974) corrigido para tamanho de amostra (Sugiura, 1978), segundo as recomendações de (Burnham e Anderson (2004)). Foram construídos intervalos de confiança ao nível de 95% de confiança para as variáveis analisadas.

A estrutura geral atribuída ao modelo não linear empregado para interpretar quantitativamente os perfis de produção cumulativa de gases foi $V_t = \mu_{Y_t} + e_t$, com $V_t \sim Normal(\mu_{Y_t}, \sigma_{Y_t}^2)$, ou seja, foi assumido que a variável V_t segue uma distribuição normal com as funções de média μ_{Y_t} descrita a seguir:

$$\mu_{Y_t} = Vf_1 \times (1 - \exp(-k_1 t)) + Vf_2 \times \left(1 - \left(\delta^N \exp(-k_2 t) + \exp(-\lambda t) \sum_{i=1}^{N-1} \frac{(1-\delta^{N-i})(\lambda t)^i}{i!} \right) \right) \quad \text{Eq.9}$$

Que representa o modelo bicompartimental composto pelos modelos monomolecular e GNG1 (VIEIRA et al., 2008), no qual Vf_1 e Vf_2 (mL) são os volumes assintóticos de gases produzidos pelas frações rapidamente e lentamente degradáveis; k_1 é a taxa fracionária (1/h) de fermentação dos carboidratos oriundos da fração rapidamente degradável e k_2 é a taxa (1/h) de fermentação dos carboidratos oriundos da fração lentamente degradável da matéria seca alimentar. N é um número inteiro positivo que representa a ordem de dependência do tempo e λ (1/h) é a taxa

assintótica preparação do substrato insolúvel e lentamente degradável para a digestão.

A suposição convencional de homocedasticidade foi avaliada usando a função *nlme* do pacote estatístico R (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria). A variância $\sigma_{Y_t}^2$ foi modelada da seguinte forma:

$$\sigma_{Y_t}^2 = \sigma^2; \quad \text{Eq. 10}$$

$$\sigma_{Y_t}^2 = \sigma^2 (\mu_{Y_t})^{2\psi}. \quad \text{Eq. 11}$$

Em que σ^2 é a variância residual homogênea escalonada ou não pela potência (ψ) em função do valor esperado, μ_{Y_t} . No ajuste dos perfis de produção acumulada de gases acrescentou-se a correlação geral entre as medidas repetidas no tempo para cada frasco empregando-se a correlação auto regressiva contínua (CAR1). Os dados foram agrupados utilizando-se a função `groupedData` do *nlme*, sendo consideradas as seguintes fórmulas:

$$V \sim \text{Time} \mid \text{híbrido/gbp} \quad \text{Eq. 12}$$

$$V \sim \text{Time} \mid \text{gbp} \quad \text{Eq. 13}$$

Nas quais *V* corresponde ao volume acumulado de produção de gás, *Time* corresponde aos tempos quando realizadas as leituras de volume em cada frasco, *híbrido* corresponde ao efeito hierárquico principal dos híbridos e *gbp* corresponde ao efeito da unidade experimental, isto é, as parcelas dentro de cada bloco em cada local onde foram plantados os híbridos de milho. Em todos os casos, os modelos foram ajustados considerando os agrupamentos de dados (Eqs. 12 e 13) e as combinações dos modelos para interpretação dos perfis de gás e os ajustes comparados por meio do critério de informação de Akaike.

5. RESULTADOS

Os ajustes dos modelos lineares generalizados mistos possibilitaram comparar diferentes funções de verossimilhança para as variáveis estudadas. Considerando os critérios de informação adotados, as funções densidade que melhor descreveram as variáveis estudadas podem ser depreendidas na Tabela 3. A melhor escolha para estimar o teor de proteína bruta na forragem colhida para os diferentes híbridos de milho foi a densidade de probabilidade t -Central. A melhor escolha para descrição do teor de lignina na forragem colhida e para a produção de grãos por hectare para os diferentes híbridos foi a densidade de probabilidade Inversa de Gauss ou distribuição de Wald. A produção de material vegetativo por hectare apresentou como melhor escolha a densidade de probabilidade gama. A melhor escolha para as variáveis teor de gordura bruta, produção de massa seca e participação do montante de matéria seca de grãos na massa de matéria seca colhida total para os diferentes híbridos foi a densidade de probabilidade Normal. As demais variáveis estudadas (produção de massa seca de grãos, produção de massa seca de material vegetativo, teor de sólidos solúveis em detergente neutro, teor de matéria seca, teor de cinzas, teor de aFDN_{mo} e proporção de lignina na fibra) apresentaram a densidade de probabilidade normal como sendo equiprovável ($\Delta \leq 2$) às melhores escolhas, o que levou à escolha desta função densidade de probabilidade na descrição quantitativa para estas variáveis.

A tabela 4 mostra as estimativas dos parâmetros de variância e do valor de P para as variáveis estudadas, onde foi possível depreender que não houve efeito de local para nenhuma das variáveis estudadas, que não se estimou variância da interação bloco local para as variáveis cinza, proporção de grãos na massa ensilada e teor de matéria seca do matéria vegetativo. Não se estimou variância entre os híbridos para teor de aFDN_{mo}, sólidos solúveis em detergente neutro e no teor de matéria seca. A interação híbrido x local não estimou a variância para

Tabela 3. Escolha da função densidade de probabilidade mais verossímil na distribuição das análises químicas dos híbridos estudados.

Variável	Distribuição	AICc*	Δr^*	W_r^*	ER_r^*
PB ⁺	Normal	-1572.8	9.7	0.007	127
	gamma	-1565.3	17.2	2E-04	5438
	IV gaus	-1565.9	16.5	2E-04	3858
	log normal	-1576.4	6.1	0.045	21
	t central	-1582.5	0.0	0.947	1.0
	beta	-831.7	750.7	10 ⁻¹⁶⁴	10 ¹⁶³
Lig ⁺	Normal	-2117.0	3.6	0.098	6.1
	gamma	-2117.0	3.6	0.101	5.9
	IV gaus	-2120.6	0.0	0.599	1.0
	log normal	-2117.1	3.5	0.103	5.8
	t central	-2117.0	3.6	0.098	6.1
	beta	-2095.0	25.6	0.000	355785
aNDFom ⁺	Normal	-1325.86	0.5	0.215	1.3
	gamma	-1324.87	1.5	0.131	2.1
	IV gaus	-1326.39	0.0	0.279	1.0
	log normal	-1325.19	1.2	0.154	1.8
	t central	-1325.86	0.5	0.215	1.3
	beta	-1318.86	7.5	0.006	43.0
GB ⁺	Normal	-2270.42	0.0	0.269	1.0
	gamma	-2270.44	0.0	0.271	1.0
	IV gaus	-2265.87	4.6	0.028	9.8
	log normal	-2269.43	1.0	0.164	1.7
	t central	-2270.42	0.0	0.269	1.0
	beta	-1317.37	953.1	10 ⁻²¹⁸	10 ²⁰
Cinza	Normal	-2029.54	1.4	0.130	2.1
	gamma	-2030.2	0.8	0.185	1.5
	IV gaus	-2030.97	0.0	0.271	1.0
	log normal	-2029.27	1.7	0.116	2.3
	t central	-2029.54	1.4	0.133	2.0
	beta	-2030.22	0.7	0.186	1.5
LIG/aNDFom ⁺	Normal	-1837.15	0.1	0.219	1.1
	gamma	-1833.79	3.5	0.041	5.8
	IV gaus	-1836.02	1.3	0.124	1.9
	log normal	-1836.54	0.8	0.161	1.5
	t central	-1837.15	0.1	0.219	1.1
	beta	-1837.3	0.0	0.235	1.0
MS ⁺	Normal	-1374.86	1.3	0.164	2.8
	gamma	-1374.65	1.5	0.223	2.1
	IV gaus	-1376.13	0.0	0.465	1.0
	log normal	-1373.77	2.4	0.143	3.2
	t central	-1374.86	1.3	0.247	1.9
	beta	-1374.2	1.9	0.178	2.6
SSD ⁺	Normal	-1325.86	1.2	0.189	1.8
	gamma	-1327.02	0.0	0.337	1.0
	IV gaus	-1316.38	10.6	0.002	204.8
	log normal	-1326.39	0.6	0.246	1.4
	t central	-1325.86	1.2	0.189	1.8
	beta	-1322.66	4.4	0.038	8.8

Tabela 3. (Cont.)

Variável	Distribuição	AICc*	Δr^*	W_r^*	ER_r^*
MSV ⁺	Normal	-1396.78	0.8	0.146	1.5
	gamma	-1397.55	0.0	0.214	1.0
	IV gaus	-1397.3	0.2	0.190	1.1
	log normal	-1396.82	0.7	0.149	1.4
	t central	-1396.78	0.8	0.146	1.5
	beta	-1396.9	0.6	0.155	1.4
MS grão ⁺	Normal	-1202.17	0.1	0.250	1.0
	gamma	-1202.24	0.0	0.258	1.0
	IV gaus	-1182.82	19.4	0.000	16514.4
	log normal	-1197.85	4.4	0.029	9.0
	t central	-1202.17	0.1	0.250	1.0
	beta	-1201.85	0.4	0.213	1.2
PMSg/PMS ⁺	Normal	-1325.95	0.0	0.465	1.0
	gamma	-1315.2	10.7	0.002	215.3
	IV gaus	-1319.44	6.5	0.018	25.9
	log normal	-1321.2	4.7	0.043	10.7
	t central	-1325.95	0.0	0.465	1.0
	beta	-1317.37	8,6	0.006	72.9
PMS/ha ⁺	Normal	2788.911	0.0	0.284	1.0
	gamma	2793.434	4.5	0.030	9.6
	IV gaus	2789.003	0.1	0.271	1.0
	log norm	2790.447	1.5	0.132	2.2
	t central	2788.911	0.0	0.284	1.0
PMSg/ha ⁺	Normal	2419.234	8.1	0.001	57.7
	gamma	2418.882	7.8	0.001	48.4
	IV gaus	2411.122	0.0	0.032	1.0
	log norm	2418.882	7.8	0.001	48.4
	t central	2419.234	8.1	0.001	57.8
PMSMV/ha ⁺	Normal	2718.927	2.4	0.017	3.3
	gamma	2716.515	0.0	0.056	1.0
	IV gaus	2724.566	8.1	0.001	56.0
	log norm	2721.389	4.9	0.005	11.4
	t central	2718.927	2.4	0.017	3.3

* AICc, valores do critério de Akaike corrigido; Δr , diferença entre os valores do AICc; W_r Probabilidade de verossimilhança; ER_r , razão de evidencia.

⁺PB, proteína bruta; Lig, lignina; aNDFom Fibra insolúvel em detergente neutro; GB, gordura bruta; LIG/aNDFom, participação da lignina na fibra; MS, Matéria seca; SSD, Sólidos solúveis em detergente neutro; MSV, Matéria seca do material vegetativo; MS grão, Matéria seca do grão; PMSg/PMS, Participação dos grãos na massa colhida; PMS/ha, Produção de massa seca por hectare; PMSg/ha, Produção de massa seca de grão por hectare; PMSMV/ha, Produção de massa seca do Material vegetativo por hectare.

O número de parâmetro (Θ_r) é igual para todas as funções de densidade de probabilidade testadas.

o teor de cinzas, para o proporção de grãos na massa ensilada e produção de massa seca total.

A composição química das plantas dos diferentes híbridos de milho foi estimada por meio de melhores preditores lineares não viesados (sigla *B.L.U.P.* em inglês) de ampla e de estreita inferências (Tabela 5). Apesar de a estimativa da variância genotípica ter diferido significativamente de zero para a característica produção de massa seca, quando cotejadas as estimativas dos intervalos de confiança a 95% dos *B.L.U.P.*, verificou-se que o rendimento dos híbridos foi semelhante nos dois ambientes (Tabela 4). Verificou-se ainda que os híbridos não apresentaram variabilidade no quesito rendimento de matéria seca. O mesmo comportamento foi verificado para todas as demais variáveis, com exceção da produção de massa seca do material vegetativo (PMSMV) e o teor de matéria seca (MS). Quando se analisou PMSMV, as amplitudes dos intervalos de confiança para os *B.L.U.P.* permitiram diferenciar apenas os híbrido 11 do 24, sendo que o híbrido 11 apresentou maior produção de material vegetativo em relação ao híbrido 24. A análise dos teores de matéria seca, ordenados pelos *B.L.U.P.*, possibilitou a diferenciação do híbrido 6 em relação aos híbridos 12, 10, 8, 16, 15, 3 e 11, em que o híbrido 6 apresentou teor inferior aos demais. Por sua vez, o híbrido 19 apresentou teores de matéria seca inferiores aos híbridos 12, 10, 8 e 15 e o híbrido 18 apresentou teor de matéria seca inferior ao híbrido 12. O teor de proteína bruta não foi listado por não apresentar variância entre os híbridos estudados sendo o teor médio para todos os híbridos igual a $81,5 \pm \text{g/kg}$ (Tabela 5) Considerando a ausência de efeito de híbridos e a ausência de efeito de local, o rendimento médio de matéria seca, PMS, acrescido para mais e para menos da metade da amplitude do intervalo de confiança a 99% foi de $11408 \pm 1074 \text{ kg/ha}$. O rendimento médio de matéria seca de grãos, se expresso de igual forma, foi de $3165 \pm 532 \text{ kg/ha}$.

Tabela 4. Valor de P e as estimativas dos parâmetros de variância e respectivos intervalos de confiança para a composição química dos híbridos estudados.

Variável	Local (P=)	$\sigma^2_{b:l}$	σ^2_g	σ^2_{g*l}	σ^2
aFDNmo	0,460	102,15 (34,10; 1166,36)	-	0,0001 (5,5*10 ⁻⁵ ; 0,0006)	795,05 (632,16;1030,5)
GB	0,210	0,45 (0,0854; 9,5365)	0,2099 (0,0328;25776)	0,408 (0,0931; 74,1584)	4,49 (3,5713;5,815)
Cinza	0,065	-	2,68 (1,163;11,30)	-	15,47 (12,492;19,651)
Lignina	0,040	0,0121 (0,0034; 0,0211)	0,0383 (0,0001;0,0925)	0,009 (0,0034;0,0143)	1,615 (1,420; 1,810)
Lig/ndf	0,015	0,036 (0,0104; 0,9000)	0,052 (0,0162; 0,86)	0,023 (0,0032;44021)	0,48 (0,38; 0,62)
PMSg/PMS	0,021	-	0,0005 (0,0002;0,0015)	-	0,0009 (0,00069;0,00112)
SDN	0,460	1,02 (0,34; 11,66)	-	1,3*10 ⁻⁴ (5,5*10 ⁻⁵ ;6,3*10 ⁻⁴)	7,95 (6,32;10,3)
MS	0,152	-	-	6,19 (3,872; 11,463)	6,68 (5,341; 8,611)
MSg	0,483	0,29 (0,040;1771900)	0,43 (0,0445; 10 ⁷⁹)	9,47 (4,68;28,33)	17,38 (13,842; 22,481)
MSmv	0,032	-	0,332 (0,0296; 10 ²⁷)	4,68 (2,392;12,885)	6,83 (5,471; 8,783)
PMS	0,459	201056 (46579;31425306)	774622 (336099; 3280479)	-	4817073 (3893957; 6114221)
PMSg	0,215	95358 (19460; 68000000)	65275 (15099;1000000)	150859	1,6*10 ⁻⁵ (1,3*10 ⁻⁵ ;2*10 ⁻⁴)
PMSmv	0,919	8,1*10 ⁻⁵ (6,2*10 ⁻⁵ ; 10,02)	9,13*10 ⁻³ (4,4*10 ⁻³ ;3,1*10 ⁻²)	0,0007 (6,2*10 ⁻⁵ ;5,8*10 ²⁵)	0,0352 (0,02809,0,04541)

*Lig, lignina; aNDFom Fibra insolúvel em detergente neutro; GB, gordura bruta; LIG/aNDFom, participação da lignina na fibra; MS, Matéria seca; SDN, Solúvel em detergente neutro; MSMV, Matéria seca do material vegetativo; MS grão, Matéria seca do grão; PMSg/PMS, Participação dos grãos na massa colhida; PMS/há, Produção de massa seca por hectare; PMSg/ha, Produção de massa seca de grão por hectare; PMSMV/ha, Produção de massa seca do Material vegetativo por hectare.

$\sigma^2_{b:l}$ Variância do bloco dentro do local; σ^2_g Variância genotípica; σ^2_{g*l} variância híbrido local.

Tabela 5. Valores preditos através do B.L.U.P e os respectivos intervalos de confiança a 95% de significância das variáveis de produção e de composição química dos híbridos estudados.

Variável /híbrido	PMS ^{+#} kg/há	PMS grão ^{+#} kg/ha	PMSMV ^{+#} kg/ha	PMSg/PMS ^{+#} g/kg	MS ⁺ g/kg	MS de grão ^{+#} g/kg	MSMV ^{+#} g/kg
1	11968±1447,5	3066±528,5	9104±138,3	249,6±30,80	365,3±21,45	520,6±20,15	333,7±15,85
2	11284±1504,4	3270±554,3	8966±144,2	302,0±31,60	366,1±21,40	523,6±20,15	333,0±15,90
3	11249±1447,8	3103±531,8	9004±138,2	272,3±30,85	389,9±21,40	518,8±20,15	330,1±15,90
4	12496±144705	3331±551,6	9115±138,2	277,2±08,85	366,7±23,45	522,2±20,1	332,7±15,90
5	11201±1447,6	3260±545,5	8950±138,2	307,3±30,80	376,1±21,45	522,4±20,15	334,5±15,90
6	10809±1447,5	3160±536,9	8927±138,2	293,9±30,80	335,6±23,45	521,4±20,2	334,6±15,90
7	10350±1447,7	3074±529,5	8879±138,2	290,6±30,80	358,4±21,45	519,5±20,15	333,2±15,95
8	11968±1504,5	3247±549,3	9064±138,2	278,9±31,60	392,8±22,50	523,0±20,10	337,4±15,85
9	11411±1447,8	3158±536,6	9006±138,3	281,5±30,80	378,8±21,45	519,2±20,15	333,1±15,90
10	12127±1568,9	3239±554,1	9088±144,2	272,1±32,40	394,2±21,45	519,9±20,15	332,6±15,90
11	12492±1448,0	3175±538,2	9150±138,3	252,4±30,80	381,2±22,45	519,8±20,1	334,1±15,95
12	12236±1504,2	3322±558,6	9080±144,2	287,5±31,55	398,3±21,40	521,9±20,15	334,3±15,90
13	11158±1447,7	2969±520,5	9016±138,2	255,4±30,85	359,6±21,45	519,7±20,15	334,0±15,90
14	11445±1504,6	3337±551,5	8975±144,2	307,2±31,60	371,2±21,40	522,8±20,10	334,0±15,90
15	11668±1447,8	3211±541,3	9,39±138,2	278,5±30,85	391,8±21,40	523,1±20,15	338,0±15,90
16	11593±1447,5	3245±543,9	9017±138,2	288,4±30,85	392,6±21,45	523,3±20,15	335,1±15,90
17	10517±1447,7	2883±513,5	8938±138,3	260,3±30,80	365,4±21,40	523,1±20,15	336,1±15,90
18	11675±1447,5	3252±544,8	9027±138,3	285,7±30,85	352,7±21,45	522,8±20,20	337,1±15,90
19	11980±1504,5	3159±543,9	9081±138,2	260,8±31,60	347,1±22,45	519,3±20,15	333,9±15,90
20	11248±1504,4	3277±554,5	8944±144,2	312±31,55	359,2±21,40	523,5±20,15	334,1±15,95
21	11356±1504,5	3179±543,7	9019±138,2	271,8±31,55	360,1±21,45	520,4±20,15	331,5±15,90
22	10825±1447,7	3097±531,3	8945±138,2	282,3±30,85	355,7±22,45	521,2±20,15	331,0±15,90
23	10634±1447,9	2925±517,2	8940±138,2	266,0±30,80	379,1±22,45	522,0±20015	331,0±15,90
24	10097±1447,5	3007±523,6	8842±138,3	296,7±30,85	367,7±21,45	521,6±20,10	332,8±15,90

Tabela 5. (cont.)

Variável\ híbrido	aFDNmo ^{+#} g/kg	Lignina ^{+#} g/kg	GB ^{+#} g/kg	Cinzas ^{+#} g/kg	SDN ⁺⁻ g/kg	LIG/aFDNmo ^{+#} g/kg
1	530,9±16,05	29,8±1,15	15,9±1,08	40,3±2,63	469,1±16,05	56,2±4,36
2	523,7±16,05	29,9±1,15	16,2±1,09	42,1±2,74	476,3±16,05	60,8±4,48
3	509,2±16,10	29,8±1,14	15,6±1,08	42,5±2,63	490,8±16,90	57,5±4,36
4	512,2±16,05	29,6±1,14	15,9±1,07	41,6±2,63	487,8±16,05	56,3±4,36
5	519,4±160,50	29,9±1,14	16,4±1,08	40,5±2,63	480,6±16,10	59,1±4,36
6	520,4±16,50	29,8±1,14	16,1±1,08	39,9±2,63	479,6±16,10	58,3±4,36
7	513,7±16,10	29,8±1,14	15,9±1,08	41,5±2,63	486,3±16,05	57,8±4,36
8	513,7±16,95	29,8±1,14	15,9±1,09	41,3±2,74	486,3±16,10	57,7±4,47
9	525,6±16,10	29,7±1,14	16,2±1,08	41,5±2,63	474,4±16,10	56,2±4,36
10	515,5±16,05	29,8±1,14	15,9±1,10	44,3±2,80	484,5±16,10	57,7±4,59
11	514,6±16,10	29,8±1,14	15,7±1,07	42,6±2,63	485,4±16,05	57,9±4,36
12	513,1±16,10	29,9±1,13	15,9±1,09	39,7±2,74	486,9±16,05	59,7±4,47
13	526,3±16,50	29,9±1,13	15,6±1,07	41,7±2,63	473,7±16,05	57,9±4,36
14	515,7±16,10	29,9±1,14	16,1±1,09	40,4±2,73	484,3±16,50	61,2±4,48
15	516,0±16,50	29,8±1,13	16,0±1,07	41,4±2,63	484,0±16,10	57,9±4,36
16	520,1±16,05	29,9±1,13	15,9±1,07	39,6±2,63	479,9±16,95	59,4±4,36
17	510,8±16,55	29,7±1,13	15,7±1,08	39,1±2,63	489,2±16,10	54,8±4,36
18	521,8±16,50	29,9±1,13	16,2±1,08	40,9±2,63	478,2±16,50	59,3±4,36
19	514,8±16,05	29,9±1,13	15,9±1,09	42,1±2,74	485,2±16,50	58,3±4,48
20	514,1±16,10	29,9±1,13	15,9±1,09	40,9±2,74	485,9±16,55	58,7±4,47
21	516,9±16,05	29,9±1,13	16,1±1,09	41,4±2,74	483,1±16,10	59,4±4,48
22	517,3±16,05	29,9±1,12	16,0±1,07	40,6±2,63	482,7±16,05	58,7±4,36
23	513,8±16,10	29,8±1,12	15,6±1,07	43,5±2,63	486,2±16,50	58,8±4,36
24	524,4±16,90	29,8±1,12	16,0±1,08	40,3±2,63	475,6±16,05	57,5±4,36

* Lig, lignina; aNDFom Fibra insolúvel em detergente neutro; GB, gordura bruta; LIG/aNDFom , participação da lignina na fibra; MS, Matéria seca; SDN, Solúvel em detergente neutro; MSMV, Matéria seca do material vegetativo; MS grão, Matéria seca do grão; PMSg/PMS, Participação dos grãos na massa colhida; PMS/há, Produção de massa seca por hectare; PMSg/há, Produção de massa seca de grão por hectare; PMSMV/há, Produção de massa seca do Material vegetativo por hectare.

*Para proteína bruta não se detectou variância entre os híbridos.

B.L.U.P. de inferência ampla

-B.L.U.P. de inferência estreita

Utilizou-se o critério de informação de AKAIKE corrigido para tamanho da amostra para selecionar a melhor forma para a descrição da produção cumulativa de gases, dos diferentes constituintes da planta, a saber: planta inteira, material vegetativo e grãos (tabela 6). No estabelecimento da ordem de dependência do tempo (N) para a Eq. (9) para a planta inteira observou-se que os incrementos no valor de N até 3 proporcionou ajuste mais verossímil do modelo (mono-G3G1) aos dados de produção acumulada de gases. A inclusão da estrutura de variância escalonada, Eq. (5), da correlação e a atribuição de efeito aleatório devido às unidades experimentais ao parâmetro k_2 proporcionou considerável melhoria no ajuste do modelo aos perfis. Na escolha da melhor estrutura de agrupamento a ser utilizada na construção do *groupedData* da função *nlme* do R observou-se que a utilização da interação híbrido vs. bloco dentro de local (Eq. 13) foi a que proporcionou ajustes mais verossímeis aos perfis de produção acumulativa de gases e, novamente, confirmou o que aconteceu na análise linear, pois a inclusão do efeito de híbrido (Eq. 12) não resultou em maior verossimilhança para o modelo.

Constatou-se que o aumento da ordem de dependência do tempo não promoveu ganho em verossimilhança para o ajuste do modelo à produção acumulada de gases para o material vegetativo (Tabela 6). A combinação da variância escalonada, Eq. (5), da correlação residual (*CAR1*) e a atribuição de efeito aleatório ao parâmetro k_2 proporcionaram melhor ajuste do modelo aos perfis de produção de gases. Neste caso também se observou que a estrutura do *groupedData* que promoveu melhor ajuste aos dados foi a interação híbrido x bloco dentro de local (Eq.13), ou seja, sem levar em conta o efeito de híbrido.

Para o melhor ajuste da Eq. (9) à produção de gás dos grãos percebeu-se que o aumento de N até 5 proporcionou maior ganho em verossimilhança (Tabela 6). A inclusão da variância escalonada, da correlação e a atribuição de efeito aleatório aos parâmetros k_1 e k_2 resultou em melhor ajuste do modelo aos perfis de gases. O uso da estrutura de agrupamento descrita pela Eq. (13) permitiu melhor representação dos perfis de produção de gases pelo modelo descrito pela Eq. (9).

Tabela 6. Escolha dos melhores modelos, efeito aleatório e variância para descrição da produção cumulativa de gás da planta inteira, do material vegetativo e do grão.

Efeito	Efeito aleatório	modelo	Variância	AiCc _r *	Δ_r^*	w_r^*	ER _r *	Θ_r^*
Planta Inteira								
gb(l) ^{\$}	Não	mono-G3G1	homogênia	14648.4	9360.0	0.000	∞	11
gb(l) ^{\$}	Não	mono -G3G1	Vpow	10448.3	5159.9	0.000	∞	12
gb(l) ^{\$}	k	mono -G3G1	Vpow+corr	5288.4	0.0	1.000	1	14
g ^{\$}	k	mono -G3G1	Vpow+corr	5750.9	462.5	0.000	2.7 ¹⁰⁰	13
Material Vegetativo								
gb(l) ^{\$}	Não	mono -G1G1	homogênia	12854	8269.3	0	∞	11
gb ^{\$}	Não	mono -G1G1	Vpow+corr	5882.2	1297.5	1.8 ⁻²⁸²	5.6 ²⁸¹	8
gb(l) ^{\$}	Não	mono -G1G1	Vpow+corr	5788.8	1204.1	3.4 ⁻²⁶²	2.9 ²⁶¹	11
gb(l) ^{\$}	k	mono -G1G1	Vpow+corr	4584.7	0	1	1	14
Grão								
gb(l) ^{\$}		mono -G5G1	homogênia	15319.1	14414.1	0	∞	11
gb(l) ^{\$}	não	mono -G5G1	Vpow+corr	4692.3	3787.3	0	∞	13
g	k1,k	mono -G5G1	Vpow+corr	4228	3323	0	∞	15
gb(l) ^{\$}	k1,k	mono -G5G1	Vpow+corr	905	0	1	1	16

* AICc, valores do critério de Akaike corrigido; Δ_r , diferença entre os valores do AICc; w_r Probabilidade de verossimilhança; ER_r, razão de evidencia; Θ_r é o número de parâmetros do modelo.

*Sem efeito de local (inferência ampla), k1 é taxa de degradação do pool de rápida degradação; k é a taxa de degradação do pool de lenta degradação, Vpow é a função de variância escalonada; corr é a função de correlação.

\$ gb(l) é o efeito do híbrido bloco dentro de local; g é o efeito do híbrido; gp é o efeito do híbrido local;

Tabela 7. Parâmetros estimados e os respectivos erros padrão, variância e a correlação com os respectivos intervalos de confiança dos melhores modelos para planta inteira, material vegetativo e grão.

local	modelo	Parâmetro(Erro padrão)	Variância e correlação (IC 95%)
Planta inteira			
1	mono -G3G1	$\hat{V}f1=12,17(1,250)$; $\hat{k}1=0,151(0,0170)$; $\hat{V}f2=18,88(1,101)$; $\hat{\lambda}=0,5756(0,081)$; $\hat{k}=0,0274(0,0023)$	$\hat{\sigma}=0,289(0,267; 0,311)$;
2		$\hat{V}f1=10,68(0,868)$; $\hat{k}1=0,172(0,0159)$; $\hat{V}f2=18,09(0,845)$; $\hat{\lambda}=0,4557(0,079)$; $\hat{k}=0,0249(0,0016)$	$\hat{\phi}=0,668(0,648; 0,689)$ $\hat{\psi}=0,866(0,848; 0,881)$
Material vegetativo			
1	mono -G1G1	$\hat{V}f1=6,82(0,563)$; $\hat{k}1=0,248(0,028)$; $\hat{V}f2=16,53(0,67)$; $\hat{\lambda}=0,0854(0,028)$; $\hat{k}=0,0501(0,01)$	$\hat{\sigma}=1,44(1,313; 1,581)$;
2		$\hat{V}f1=7,28(0,46)$; $\hat{k}1=0,283(0,025)$; $\hat{V}f2=16,18(0,56)$; $\hat{\lambda}=0,0898(0,025)$; $\hat{k}=0,0494(0,008)$	$\hat{\phi}=0,0317(0,0108;$ $0,0525)$ $\hat{\psi}=0,955(0,948; 0,962)$
Grão			
1	mono -G5G1	$\hat{V}f1=9,58(0,27)$; $\hat{k}1=0,275(0,018)$; $\hat{V}f2=20,68(0,41)$; $\hat{k}0,656(0,018)$; $\hat{k}=0,0752(0,0045)$	$\hat{\sigma}=0,212(0,195; 0,232)$;
2		$\hat{V}f1=10,7(0,33)$; $\hat{k}1=0,275(0,019)$; $\hat{V}f2=19,48(0,45)$; $\hat{\lambda}=0,801(0,026)$; $\hat{k}=0,0752(0,0046)$	$\hat{\phi}=0,712(0,697; 0,727)$ $\hat{\psi}=0,97(0,964; 0,975)$

$\hat{V}f1$ é o volume final da fração de rápida degradação; $\hat{k}1$ taxa de degradação da fração rapidamente degradável; $\hat{V}f2$ volume final da fração lentamente degradável, \hat{k} é a taxa de degradação da fração lentamente degradável; $\hat{\lambda}$ é a assíntota da taxa de preparação para a digestão. $\hat{\sigma}$ é a variância; $\hat{\phi}$ é o coeficiente de correlação e $\hat{\psi}$ a função de escalonamento da variância; IC Intervalo de confiança a 95% de confiabilidade.

6. DISCUSSÃO

A escolha da melhor função densidade probabilidade é de fundamental importância, uma vez que é por meio dela que selecionamos a melhor forma para descrição da distribuição dos dados, o que importa na obtenção de inferências seguras (Ramirez et al., 2001; Norwood et al., 2004). Quando não se testa as possíveis distribuições dos dados, assume-se a normalidade, o que sem e pode levar a conclusões incabíveis dentro da lógica científica. Diversos trabalhos pressupõem normalidade aos dados sem que se façam os devidos testes, o que acarreta interpretações e inferências que podem não descrever de forma verossímil a realidade. À luz dos aparatos estatísticos atuais (Littell et al., 2006; Vonesh, 2012), foram testadas várias funções densidade de probabilidade para melhor descrição quantitativa das variáveis estudadas, sendo a distribuição Norma verossímil, porém outras distribuições não foram descartadas, como a distribuição de Wald, a Gama e a t-Central.

Outro fator muito controverso na literatura é o de como é feita a escolha do teste da melhor função densidade e probabilidade, pois trabalhos como o de Ramirez et al. (2001) utilizam o teste da razão de verossimilhança para testar a normalidade contra outra possível distribuição, o que envolve a rejeição ou não rejeição da hipótese de nulidade. Contudo, com o uso do critério de AKAIKE (Akaike, 1974; Sugiura, 1978), esta dicotomia de rejeição ou não rejeição da hipótese é evitada, uma vez que nele se testa qual é a função ou quais as funções que melhor representam a distribuição dos dados. De acordo com EMILIANO et al. (2010), não existem modelos verdadeiros, há apenas modelos aproximados da realidade, onde o modelo que causar menor perda de informação será aquele escolhido pelo critério de AKAIKE (Burnham e Anderson, 2004).

A PMS é uma característica de extrema importância na diferenciação de híbridos de milho, contudo, neste experimento não foi possível detectar diferenças importantes entre os híbridos utilizados. A produção média de PMS prevista no intervalo de confiança relatado no presente estudo compreende os valores de 10350 a 12720 kg/ha encontrados por ALMEIDA FILHO et al. (1999), valores estes que, de acordo com os próprios autores, são considerados baixos, uma vez que na literatura

pode-se encontrar relatos de PMS variando de 14700 a 19500 t/ha (Cusicanqui e Lauer, 1999) e de 16300 a 21500 t/ha (Nussio et al., 2001). Portanto, pode-se considerar baixo o rendimento forrageiro dos milhos cultivados nos dois locais do presente estudo.

Uma possível explicação para esta baixa produção foi dada por (Cusicanqui e Lauer, 1999), quando testaram diferentes densidades de plantio sobre a PMS e concluíram que densidades entre 97330 a 102200 plantas/ha proporcionaram maiores PMS, o que pode ser explicado pelo maior aproveitamento da radiação solar pelo dossel da cultura. Contudo os mesmos autores também concluíram que o aumento na densidade ocasionou decréscimo na digestibilidade e nos teores de proteína bruta e aumento nos teores de fibra. O aumento da densidade causa aumento na competição por luz dentro do dossel, o que diminui a intensidade com que determinados comprimentos de onda da radiação que atinge as plantas, que acumulam menor quantidade de grãos (Cusicanqui e Lauer, 1999). No presente estudo foi empregue uma densidade de plantio considerada baixa, de aproximadamente 50000 plantas/ha.

Para a avaliação da produção dos grãos na cultura do milho, (PALOMINO et al., 2000; Martin et al., 2005) avaliaram qual seria o tamanho mínimo de parcela, em experimentos com nove parcelas (linhas) por tratamento, concluindo que o número de plantas pode variar de acordo com o tipo de híbrido e que a avaliação de 30 plantas divididas em duas ou mais linhas proporciona diminuição da variabilidade nas avaliações. Com o mesmo intuito (SOBRINHO et al., 2010) avaliou o tamanho mínimo das parcelas considerando três repetições por tratamento, número de linhas e o efeito de se realizar a bordadura entre as parcelas na seleção de 15 híbridos comerciais para produção de silagem e concluíram que não é necessário aplicar bordadura e que uma única linha com 8 metros de comprimento (40 plantas) proporcionou a mesma precisão experimental que parcelas maiores (quatro linha de 8 metros e 160 plantas, no ponto extremo avaliado). Com base nestes trabalhos, pode-se concluir que o número de plantas avaliadas no presente estudo foi menor (15 plantas em uma linha de 3 metros), o que pode justificar a dificuldade na detecção de diferenças entre os híbridos avaliados.

Cabe ressaltar que os híbridos de milho desenvolvidos pela UENF não se diferenciaram dos híbridos de milho comerciais utilizados, principalmente o híbrido AG

1051 que, de acordo com (Guimaraes, 1997), é o híbrido que apresentou menor densidade específica dos grãos entre 103 híbridos presentes no mercado brasileiro. A densidade importa pois tem correlação negativa com a vitreosidade dos grãos (Correa et al., 2002), ou seja, o AG 1051 possivelmente é o híbrido dentado com menor vitreosidade do mercado. O híbrido AG 1051, avaliado como testemunha no presente estudo, não rendeu maior produção de gases quando comparado aos demais híbridos estudados. Assim, é possível esperar que os híbridos aqui testados provavelmente também apresentem baixa vitreosidade em seus grãos, muito embora esta variável ainda precise ser quantificada.

Para seleção do valor nutritivo de híbridos de milho, a proporção de grãos na massa ensilada é de grande importância, uma vez que esta variável está diretamente ligada à concentração de amido na massa ensilada. O amido é uma importante fonte de energia na silagem de milho, podendo contribuir de 50 a 70% da matéria orgânica digestível (Martin et al., 2008). O NRC (1996) separa o valor nutritivo da silagem de milho de acordo com a proporção de grãos que a mesma apresenta, variando de 250 a 500 g/kg de grãos na massa ensilada, o que resulta em uma variação de 1,81 para 2,71 Mcal/kg de matéria seca em energia metabolizável. As estimativas para a quantidade de grãos na massa ensilada, no presente estudo, foi de 280 ± 21 g/kg de matéria seca de material passível de ser ensilado; este intervalo de confiança não engloba os valores encontrados por Jaremtchuk et al. (2005), que encontrou de 477,5 a 580,3 g/kg de participação de grãos na massa ensilada, o que demonstra a possibilidade de aumento na produção de grãos aqui no Estado do Rio de Janeiro e indica, ainda, que a seleção feita no presente estudo ainda deve focar este atributo que é de extrema importância apresenta potencial de aumento com cruzamentos para produção de novos híbridos.

O teor de lignina ligado à fibra (lig/aFDN_{mo}) é uma importante variável a se analisar quando se deseja melhorar a qualidade da fração fibrosa da planta, uma vez que a lignina é o principal fator a afetar a extensão da degradação da fibra (Van Soest, 1994). A proporção de lig/aFDN_{mo} no presente estudo variou de $58,2 \pm 4,4$ g/kg, o que ficou abaixo do valor tabelado exibido no NRC (1996), isto é, 96,2 g/kg e englobando o valor 57,8 g/kg apresentado no NRC (2001). Cabe mencionar, portanto, que os híbridos avaliados neste trabalho devem apresentar boa qualidade da fração fibrosa. O teor de referência para a aFDN_{mo} encontrado neste trabalho foi de $517,7 \pm$

16,2 e, como esperado, não englobaram o valor 450 g/kg, constante na tabela do NRC (2001), mas que engloba o valor 520 g/kg relatado no NRC (1996) para silagens contendo 250 g/kg de grãos.

A produção cumulativa de gases é uma técnica que possui grande aplicabilidade na seleção de híbridos de milho para produção de silagem, uma vez que esta técnica permite avaliar um número elevado de amostras de forma simultânea (Malafaia et al., 1999). Assim pode-se separar, por meio desta técnica, híbridos que se destaquem entre os demais, tanto na produção final de gás quanto nas taxas de degradação das frações fibrosa e solúvel, sendo a segunda mais importante, pois permite diferenciar os grãos dos híbridos estudados quanto à solubilidade do endosperma dos grãos. Uma vez que híbridos com endosperma dentados apresentam taxa de degradação da fração solúvel (k_1) maior, esta ferramenta pode favorecer a seleção de híbridos com esta característica e, assim, melhorar a qualidade dos grãos. A segunda taxa (k_2) permite diferenciar os híbridos quanto à degradação da fração lentamente degradável, se mostrando uma importante medida para se selecionar híbridos com maior qualidade da fração fibrosa. No presente estudo não foi possível diferenciar os híbridos quando a qualidade de suas frações, uma vez que assim como nas variáveis de composição química, a variabilidade genotípica (Tabela 4) foi pequena ou nula, o que indica que, para futuros ensaios de competições de híbridos, se busque novos cruzamentos de cultivares já adaptados à região norte e noroeste fluminense, visando produzir híbridos superiores aos disponíveis no mercado.

Quando desejamos selecionar híbridos de milho para produção de silagem, além da produção de matéria seca, podemos ter como objetivo melhorar a qualidade dos grãos ou a qualidade do material fibroso. Porém, de acordo com Silva et al. (1997), o aumento da produção de grãos leva a uma diminuição na concentração de carboidratos não estruturais (CNE) na porção vegetativa do milho, o que leva a crer que a seleção destas duas importantes características deve ser realizada de forma separada. Sendo que a seleção para aumento da quantidade e da qualidade dos grãos deve ocorrer primeiro que a seleção para quantidade e qualidade da porção fibrosa, pois o impacto da melhoria dos grãos do milho provavelmente é maior que a melhoria da porção fibrosa quando a preocupação é o valor nutricional da silagem.

7. CONCLUSÃO

Os híbridos do presente estudo possuem baixa variabilidade genotípica, o que não permite diferenciá-los entre si quanto à produção de massa seca e quanto ao valor nutricional da forragem.

Os híbridos aqui estudados apresentam potencial nutricional para produção de silagem com grãos representando 28% da massa seca ensilada, e baixa proporção de lignina na fração fibrosa.

Nutricionalmente, os híbridos estudados apresentam baixa variabilidade em termos de qualidade, o que permite inferir que a busca por novos cruzamentos que possibilitem a obtenção de híbridos de maior rendimento e maior proporção de grãos seja profícua.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M.L.C., VIEIRA, R.A.M., ROCHA, N.S., ARAÚJO, R.P., GLÓRIA, L.S., FERNANDES, A.M., LACERDA, P.D.D., JÚNIOR, A.G. Clitoria ternatea L. as a Potential High Quality Forage Legume. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 27, p. 169-178. 2014.

AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. CAB International, Cambridge, UK. 1993.

AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on Automatic Control**, v. 19, p. 716-723. 1974.

ALMEIDA FILHO, S.d., FONSECA, D.D., GARCIA, R., OBEID, J., OLIVEIRA, J. Características agronômicas de cultivares de milho (Zea mays L.) e qualidade dos componentes e da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, p. 7-13. 1999.

ANUÁRIO, A.D.P.B. **ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA**. 2002. p. 400.

BULEON, A., COLONNA, P., PLANCHOT, V., BALL, S. Starch granules: structure and biosynthesis. **International journal of biological macromolecules**, v. 23, p. 85-112. 1998.

BÜLL, Leonardo Theodoro; BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H. Nutrição mineral do milho. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafos, p. 63-145, 1993.

BURNHAM, K.P., ANDERSON, D.R. Multimodel Inference: Understanding AIC and BIC in Model Selection. **Sociological Methods & Research**, v. 33, p. 261-304. 2004.

BUXTON, D., REDFEARN, D., JUNG, H., MERTENS, D. Improving forage quality related characteristics of corn. In: **PROCEEDINGS OF US DAIRY FORAGE RESEARCH CENTER INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGE INDUSTRIES**. 1996.

CANECHIO FILHO, V. **Cultura do milho**. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 38p. 1985.

CONAB, 2013. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, **safra 2012/2013 décimo segundo levantamento**, In: Brasília, C.N.d.A.-. (Ed.), Conab, Brasília

CORREA, C., SHAVER, R., PEREIRA, M., LAUER, J., KOHN, K. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. **Journal of dairy Science**. v. 85, p.3008-3012 . 2002.

CRUZ, J.C., FERREIRA, J. J., VIANA, A. C., PERREIRA FILHO, I. A. Avaliação de cultivares de milho para a produção de silagem. In: **CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**. Sete Lagoas - MG. 2000.

CUSICANQUI, J.A., LAUER, J.G. Plant density and hybrid influence on corn forage yield and quality. **Agronomy Journal**, V. 91, p. 911-915. 1999.

Daynard, T., Hunter, R. Relationships among whole-plant moisture, grain moisture, dry matter yield, and quality of whole-plant corn silage. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 55, p. 77-84. 1975.

EMILIANO, P.C., VEIGA, E.P., VIVANCO, M.J., MENEZES, F.S. Critérios de Informação de Akaike Versus Bayesiano: Análise Comparativa. In: **19º Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística**. 2010.

FANCELLI, A.L., DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, v. 360. 2000.

FAO. FAOSTAT. Crops. **Cow peãs**, dry. (2013): <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=567&lang=cn#cnancor> em 13/04/2011 página mantida pela FAO.

FERREIRA, E.A., Desempenho de híbridos de linhagens parcialmente endogâmicas de milho em top crosses, em três locais do estado de São Paulo. **Campinhas: IAC**. 2008.

GOERING, H.K., VAN SOEST, P.J. Forage fiber analysis. **Agricultural handbook**, v. 379. U.S.D.A., Washington, D.C. 1970.

GUIMARAES, V.D. **Fatores que controlam a dureza do endosperma do grão de milho**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa. 1997.

HALL, M.B., MERTENS, D.R. In vitro fermentation vessel type and method alter fiber digestibility estimates. **Journal of Dairy Science**. V. 91, p. 301-307. 2008.

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

JAREMTCHUK, A.R., JAREMTCHUK, C.C., BAGLIOLI, B., MEDRADO, M.T., KOZLOWSKI, L.A., COSTA, C., MADEIRA, H.M.F. Características agronômicas e bromatológicas de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) para silagem na região leste paranaense. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v.27, p. 181-188. 2005.

JUNG, H., DEETZ, D. Cell wall lignification and degradability. **Forage cell wall structure and digestibility**. p.315-346. 1993.

KLÖSGEN, R.B., GIERL, A., SCHWARZ-SOMMER, Z., SAEDLER, H. Molecular analysis of the waxy locus of *Zea mays*. **Molecular and General Genetics MGG**. V. 203, p. 237-244. 1986.

Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., Rubel, F., 2006. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**. v. 15, p. 259-263.

LENDING, C.R., LARKINS, B.A. Changes in the zein composition of protein bodies during maize endosperm development. **The Plant Cell**. v. 1, p. 1011-1023. 1989.

LITTELL, R.C., MILLIKEN, G.A., STROUP, W.W., WOLFINGER, R.D., SCHABENBERGER, O. SAS[®] for Mixed Models. **SAS Institute Inc., Cary, USA**. 2006.

MAGALHÃES, P. C. Fisiologia do milho. **CEP**, v. 35701, p. 970, 2002.

Malafaia, P.A.M., Filho, S.C.V., Vieira, R.A.M. Kinetic parameters of ruminal degradation estimated with a non-automated system to measure gas production. **Livestock Production Science**. V. 58, p. 65-73. 1999.

Martin, N.P., Mertens, D.R., Hall, M.B., Lauer, J.G. Fiber digestibility and starch content of corn silage, in: **Idaho Alfalfa and Forage Conferences**. 2008.

Martins, T.N., Storck, L., Lúcio, A.D.C., de Carvalho, M.P., dos Santos, P.M. Bases genéticas de milho e alterações no plano experimental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 40, p. 35-40. 2005.

Mertens, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**. v. 85, p. 1217-1240. 2002.

Michalet-Doreau, B., Champion, M. Influence of maize genotype on rate of ruminal starch degradation, in: **Annales de Zootechnie**, Paris: Institut national de la recherche agronomique, 1960-2000., p. 191-191. 1995.

Möller, J. Gravimetric determination of acid detergent fiber and lignin in feed: interlaboratory study. **Journal of AOAC International**. v. 92, p. 74-90. 2009.

Norwood, B., Roberts, M.C., Lusk, J.L. Ranking crop yield models using out-of-sample likelihood functions. **American Journal of Agricultural Economics**. v. 86, p. 1032-1043. 2004.

NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. National Academy of Sciences, Washington, DC. 1996.

NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. National Academy of Sciences, Washington, DC. 2001.

Nussio, L.G., CAMPOS, F.d., Dias, F.N., 2001. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: **Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas**. V. 1, p. 127-145.

OLIVEIRA, J.S.E., SOBRINHO, F.D.S., PEREIRA, R.C., MIRANDA, J.M.D., BANYS, V.L., RUGGIERI, A.C., PEREIRA, A.V., LEDO, F.D.S., BOTREL, M.D.A., AUAD, M.V. Potencial de utilização de híbridos comerciais de milho para silagem, na região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. v. 2. 2010.

Paes, M.C.D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Embrapa Milho e Sorgo. 2006.

PALOMINO, E.C., RAMALHO, M.A.P., FERREIRA, D.F., 2000. Tamanho da amostra para avaliação de famílias de meios-irmãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. V.35, p.1433-1439.

Pereira, M. N. **Milho e a silagem**. Revista Balde Branco, nº 585: 36-38. 2013.

Philippeau, C., Le Deschault de Monredon, F., Michalet-Doreau, B., 1999. Relationship between ruminal starch degradation and the physical characteristics of corn grain. **Journal of animal science**. v. 77, p. 238-243.

Philippeau, C., Michalet-Doreau, B., 1998. Influence of genotype and ensiling of corn grain on in situ degradation of starch in the rumen. **Journal of dairy science**. v. 81, p. 2178-2184.

Pioneer (2013) [http: www.pioneersementes.com.br/milho/silagem/pages/escolha](http://www.pioneersementes.com.br/milho/silagem/pages/escolha). Disponível em: 13/06/15

Ramirez, O.A., Misra, S., Field, J., 2001. Are Crop Yields Normally Distributed?, in: **Annual Meeting of the American Agricultural Economics Association**, Chicago.

Silva, L., Machado, P., Francisco Jr, J., Donizetti, M. Avaliação da qualidade da forragem de híbridos de milho: digestibilidade "in situ" e componentes da parede celular. In: **Reunião Anual Da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v. 34, p. 176-178. 1997.

SOBRINHO, F.D.S., OLIVEIRA, J.S.E., LOPES, F.C.F., AUAD, M.V. Tamanho de parcela e necessidade de bordadura em avaliações de cultivares de milho para silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. v. 3. 2010.

Sugiura, N. Further analysis of the data by Akaike's Information Criterion and the finite corrections. In: **Communications in Statistics**, Theory and Methods A7. p.13-26. 1978.

Tester, R.F., Qi, X., Karkalas, J. Hydrolysis of native starches with amylases. **Animal Feed Science and Technology**. v. 130, p. 39-54. 2006.

Thiex, N.J., Anderson, S., Gildemeister, B. Crude Fat, Hexanes Extraction, in Feed, Cereal Grain, and Forage (Randall/Soxtec/Submersion Method): Collaborative Study. **Journal of AOAC International**. v. 86, p. 899-908. 2003.

Thiex, N.J., Manson, H., Anderson, S., Persson, J.-Á., 2002. Determination of Crude Protein in Animal Feed, Forage, Grain, and Oilseeds by Using Block Digestion with a Copper Catalyst and Steam Distillation into Boric Acid: Collaborative Study. **Journal of AOAC International**. v. 85, p.309-317.

Van Soest, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Cornell University Press, Ithaca. 1994.

Vieira, R.A.M., Tedeschi, L.O., Cannas, A., 2008. A generalized compartmental model to estimate the fibre mass in the ruminoreticulum: 1. Estimating parameters of digestion. **Journal of Theoretical Biology**. v. 255, p. 345-356.

Vittorazzi, C., Amaral Júnior, A.T.d., Gonçalves, L.S.A., Candido, L.S., Silva, T.R.d.C., 2013. Selecting pre-cultivars of popcorn maize based on nonparametric indices. **Revista Ciência Agrônômica**. v. 44, p. 356-362.

Vonesh, E.F. **Generalized linear and nonlinear models for correlated data: theory and applications using SAS®**. SAS Institute Inc., Cary. 2012.

Zago, C. Híbridos de milho e sorgo para silagem: características agrônômicas e nutricionais. In: **Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem**. v. 1, p. 351-372. 2002.

Zeoula, L.M., Beleze, J.R.F., Cecato, U., Jobim, C.C., Geron, L.J.V., Prado, O.d., Falcão, A. 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.