

MODIFICAÇÕES NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PADRÃO DE FERMENTAÇÃO EM SILAGENS DE SEIS HÍBRIDOS DE MILHO

ROBERTO CAMARGOS ANTUNES¹, RONALDO BRAGA REIS², LÚCIO CARLOS GONÇALVES², JOSÉ AVELINO SANTOS RODRIGUES³, NORBERTO MARIO RODRIGUEZ², ANA LUIZA COSTA CRUZ BORGES² e IRAN BORGES²

¹SGAN 914, Conjunto H, Bloco B, Apartamento Nº 208. Asa Norte, Brasília, Distrito Federal. CEP: 70.790-140. E-mail: camargos@cnpq.br

²Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG. Avenida Antônio Carlos, 6627, Campus Pampulha, Belo Horizonte/MG. CEP: 30.123-970. E-mail: luciocg@vet.ufmg.br

³Embrapa Milho e Sorgo, Rodovia MG 424, km 45, Sete Lagoas/MG. CEP 35701-970. E-mail: avelino@cnpms.embrapa.br

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.5, n.3, p.422-430, 2006

RESUMO - Empresas de melhoramento genético vegetal lançam vários híbridos de milho no mercado todos os anos. Grande parte desses híbridos é utilizada para a produção de silagem. Dessa forma, esse trabalho objetivou estudar as principais modificações da composição química e o padrão de fermentação das silagens produzidas por seis híbridos de milho (HD 9481, P 3041, C 435, HT 951005, HT 47C e AG 5011). As plantas inteiras do milho foram ensiladas no estágio de maturidade fisiológica (3/4 de “linha do leite”), em silos laboratoriais de PVC, com 10 cm de diâmetro. A forragem foi avaliada com 0 (zero), 1, 3, 5, 7, 14, 28 e 56 dias após a ensilagem. Foram analisados os teores de matéria seca (MS), de carboidratos solúveis (CS), de fibra detergente neutro (FDN), de proteína bruta (PB), de nitrogênio amoniacal e o pH. Os teores médios de MS nas silagens variaram de 34,51 a 42,90%. A maior parte dos CS foi consumida até o 5º dia da fermentação. Os teores de PB e de FDN permaneceram praticamente estáveis durante a ensilagem. Os valores de pH se estabilizaram a partir do 5º dia da fermentação, para a maioria dos híbridos, e foram sempre menores que 3,82 no 56º dia. Os teores de nitrogênio amoniacal, embora não tenham se estabilizado até o 56º dia da ensilagem, foram sempre menores que 10%. As silagens foram classificadas como de boa qualidade.

Palavras-chave: carboidratos solúveis, nitrogênio amoniacal, qualidade de silagens, silos laboratoriais

CHANGES ON CHEMICAL COMPOSITION AND FERMENTATION PATTERN OF SIX CORN HYBRIDS SILAGES

ABSTRACT - Every year, genetic improvement companies introduce several corn hybrids in the market. A great number of those hybrids is used for silage production. Thus, this work was undertaken to study the main changes on chemical composition and fermentation pattern of silages produced with six corn hybrids (HD 9481, P 3041, C 435, HT 951005, HT 47C and AG 5011). Whole corn plants were ensiled at physiologic maturity (3/4 “milk line”) in laboratory silos (10 cm diameter). Forage was evaluated at 0 (zero), 1, 3, 5, 7, 14, 28, and 56 days after ensiling. Analyses were made for dry matter

(DM), soluble carbohydrates (SC), neutral detergent fiber (NDF), crude protein (CP), ammonium nitrogen, and pH. The dry matter contents in silages varied from 34.51 to 42.90%. The greatest part of SC was utilized until the 5th day of fermentation. Neutral detergent fiber and crude protein fractions remained practically constant during ensilage. All pH values were lower than 3.82 and tended to stability after the 5th day of fermentation. Ammonia nitrogen levels were lower than 10%, but did not stabilize until the 56th day of fermentation. All silages were classified as good quality.

Key words: soluble carbohydrates, ammonium nitrogen, silage quality, laboratory silos

No Brasil, a maior parte do rebanho bovino é criada em condições extensivas, em pasto, durante todo o ano. Embora, pequena, porém crescente parcela de produtores adota a prática de produção de silagens como estratégia de suplementação volumosa na época seca do ano.

A ensilagem, apesar de ser uma forma eficiente de conservação de volumosos úmidos, provoca modificações na composição química da forragem (McDonald et al., 1991), sendo bem descritos o consumo pelos microrganismos dos carboidratos solúveis (CS) e de parte da hemicelulose (McAllan & Phipps, 1977), a proteólise e degradação de aminoácidos (Jones et al., 1992) e o aumento proporcional da fração menos digestível da parede celular. Essas modificações culminam na redução do valor nutritivo da forragem ensilada em relação à forragem original (Doane et al., 1996).

Híbridos e variedades de milho são lançados no mercado todos os anos (Aseltine, 1988). Esses podem possuir características agrônomicas mais adequadas (maior produtividade de MS, maior resistência ao alumínio do solo e outras) ou composições químicas diferenciadas (maiores teores de PB na forragem e de óleo nos grãos e menores teores de lignina). Grande parte desses novos materiais genéticos é utilizada por produtores para a produção de silagem. Espera-se que eles propiciem a produção de silagens de alta qualidade nutritiva para ruminantes e que pos-

sam contribuir positivamente para a produtividade animal.

Este trabalho objetivou estudar as principais modificações da composição química e o padrão de fermentação das silagens produzidas por seis híbridos de milho (HD 9481, P 3041, C 435, HT 951005, HT 47C e AG 5011), em condições laboratoriais.

Material e Métodos

Seis híbridos de milho (HD 9481, HT 47C, HT 951005, AG 5011, C 435 e P 3041) foram cultivados em área da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, utilizando capina manual e irrigação por aspersão. O milho foi colhido para a produção de silagem quando os grãos encontravam-se no estágio de maturação fisiológica (3/4 da "linha do leite"). As plantas inteiras foram picadas, em picadeira estacionária, em partículas de aproximadamente 1cm. O material picado foi homogeneizado e imediatamente ensilado em silos laboratoriais de PVC, com 10 cm de diâmetro e 40 cm de altura, dotados de válvula do tipo *Bunsen*, para o escape de gases. Parte do material picado foi amostrada e analisada como o material original (MO) do experimento.

Os silos laboratoriais permaneceram à temperatura ambiente até o dia de abertura. As avaliações ocorreram com 0 (zero), 1, 3, 5, 7, 14, 28 e 56 dias após a ensilagem. As silagens foram removidas dos silos e homogeneizadas e as amos-

tras foram secadas em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 72 horas (AOAC, 1980), e moídas em moinho tipo *Willey*, dotado de peneira de malha de 1mm.

Nos materiais pré-secados e moídos, foram determinados os teores de MS a 105°C, de PB (AOAC, 1980), de CS em etanol a 80% (Bailey, 1967, adaptada por Valadares Filho, 1981) e de FDN (Van Soest et al., 1991). Para a análise dos teores de fibra em detergente neutro – FDN, foram utilizados 50ml de amilase termoestável adicionada ao início da fervura (Termamyl 120 L a 1%, Novo Nordisk Bioindustrial do Brasil). Os valores de pH e os teores de nitrogênio amoniacal, expressos como porcentagem de nitrogênio amoniacal sobre o nitrogênio total na base da matéria seca (N-NH₃/NT, em %), foram determinados nos sucos das silagens, obtidos por meio de prensagem.

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6 x 8, com duas repetições. Os tratamentos foram os seis híbridos de milho e as oito épocas de abertura dos silos (incluindo-se o dia zero). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste SNK, ao nível de significância de 5,0%, utilizando o SAEG (1999).

Resultados e Discussão

Os teores de MS do material original (dia zero) e das silagens são apresentados na Tabela 1. Houve diferenças nos teores de MS entre os híbridos, em todos os dias de abertura dos silos. O híbrido P 3041 apresentou os maiores teores de MS no material original e nas silagens no 3º, 5º e 7º dias após a ensilagem, sempre acima de 40%. Os híbridos HT 951005 e C 435 apresentaram teores de MS menores que 36%. Os teores de matéria seca dos híbridos HD 9481, HT 47C, AG 5011 e P 3041 foram superiores a 35% em todos os tempos de abertura, nível convencionalmente aceito como limite superior de matéria seca para a produção de silagens de milho de boa qualidade (Ferreira, 1991; Valente, 1991). Porém, Danley & Vetter (1973) produziram silagem de milho de boa qualidade com teores de matéria seca entre 30,4 e 41%. Maia (2001) também produziu silagens de milho de boa qualidade com 34,1 a 39,0% de matéria seca. Os teores de matéria seca no 56º dia não foram diferentes do material original para cinco dos seis híbridos, com exceção do híbrido P3041, para o qual houve redução no teor de MS.

Houve diferenças entre híbridos quanto aos teores de carboidratos solúveis (CS) no ma-

TABELA 1. Concentrações de matéria seca do material original (dia zero) e das silagens de seis genótipos de milho, expressas em porcentagem¹

Genótipo	Dias após a ensilagem							
	0	1	3	5	7	14	28	56
HD 9481	40,7Ba	40,0Aa	40,2Ba	38,0Ba	38,1Ca	39,8Aa	39,3Ba	39,5ABa
HT 47C	40,2Bab	40,5Aab	41,9Ba	40,0Bab	41,3Bab	40,8Aab	40,6ABab	38,7ABb
HT 951005	34,5Cab	34,2Bab	34,3Cab	35,2Cab	35,9Da	34,7Bab	34,0Cab	32,9Cb
AG 5011	40,5Bab	40,6Aab	41,5Ba	39,7Bab	41,3Bab	40,6Aab	39,7ABab	38,0Bb
C 435	35,0Ca	35,6Ba	36,0Ca	34,8Ca	35,3Da	35,0Ba	34,3Ca	33,3Ca
P 3041	44,6Aa	41,8Ab	45,3Aa	42,6Ab	44,9Aa	40,9Ab	41,9Ab	40,9Ab

¹Valores seguidos por letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, e por letras minúsculas iguais, na mesma linha, não diferem estatisticamente ($P > 0,05$) pelo teste SNK. CV = 2,44%.

terial original (MO) (Tabela 2). O híbrido C 435 apresentou o maior teor (12,71%), enquanto os híbridos AG 5011 e P 3041 apresentaram os menores teores de CS (4,81 e 5,46%, respectivamente). Os demais híbridos apresentaram valores entre 6,45 e 7,53% de CS. Os teores de CS foram semelhantes aos encontrados por Maia (2001) para silagens de milho (4,0 a 9,2%). Teores maiores de CS na forragem do milho foram encontrados por Rodrigues et al. (2004), de 9,8% aos 97 dias pós-plantio, no estágio farináceo duro.

A redução dos teores de CS foi intensa, sendo quase completamente consumidos até o 3º dia da fermentação. O consumo pelos microrga-

nismos de CS cessou no 1º dia de fermentação para o híbrido AG 5011, no 3º dia, para os híbridos HD 9481, HT 47C, HT 951005 e P 3041, e no 5º dia, para o C 435. A partir do 5º dia, não houve diferença nos teores de CS entre híbridos. Johnson et al. (2003) relataram que os CS nas silagens de milho foram quase completamente reduzidos dentro dos três primeiros dias de ensilagem, com intensa formação de ácido láctico, o que explicou, em grande parte, a rápida queda do pH da massa ensilada.

Houve diferença nos valores de pH entre híbridos para todos os dias de abertura dos silos, com exceção para o 28º dia (Tabela 3). Os valo-

TABELA 2. Concentrações de carboidratos solúveis em etanol a 80% do material original (dia zero) e das silagens de seis genótipos de milho, em porcentagem da matéria seca¹

Genótipo	Dias após a ensilagem							
	0	1	3	5	7	14	28	56
HD 9481	6,4Ca	3,6Db	1,0Bc	0,7Ac	0,6Ac	0,8Ac	0,7Ac	1,0Ac
HT 47C	7,5Ba	4,8Cb	1,0Bc	0,8Ac	0,8Ac	0,9Ac	0,9Ac	1,2Ac
HT 951005	6,0CDa	5,8Ba	1,4Bb	1,1Ab	1,0Ab	1,1Ab	1,3Ab	1,3Ab
AG 5011	4,8Ea	1,9Eb	0,9Bb	1,0Ab	1,0Ab	1,0Ab	0,9Ab	1,5Ab
C 435	12,7Aa	11,5Ab	2,8Ac	1,3Ad	1,4Ad	1,5Ad	1,4Ad	1,4Ad
P 3041	5,4DEa	3,1Db	0,9Bc	0,9Ac	0,7Ac	0,8Ac	0,9Ac	1,2Ac

¹Valores seguidos por letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, e por letras minúsculas iguais, na mesma linha, não diferem estatisticamente ($P > 0,05$) pelo teste SNK. CV = 16,90%

TABELA 3. Valores de pH dos sucos das silagens de seis genótipos de milho, com o avanço da fermentação¹

Genótipo	Dias após a ensilagem						
	1	3	5	7	14	28	56
HD 9481	4,8BCa	4,0Bb	3,8BCc	3,8Bc	3,7ABc	3,8Ac	3,7ABc
HT 47C	4,8BCa	4,0Bb	3,7CDc	3,8Bc	3,8ABc	3,8Ac	3,7ABc
HT 951005	4,7Ca	4,0Bb	3,7Dc	3,8Bc	3,8ABc	3,8Ac	3,7ABc
AG 5011	4,9Ba	4,3Ab	3,7ABc	4,0Ac	3,9Acd	3,9Acd	3,8ABd
C 435	4,9Ba	3,9Bb	3,5Dc	3,7Bc	3,7Bc	3,7Ac	3,6Bc
P 3041	5,1Aa	4,3Ab	4,2Ac	4,0Ac	3,9Acd	3,9Acd	3,8Ad

¹Valores seguidos por letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, e por letras minúsculas iguais, na mesma linha, não diferem estatisticamente ($P > 0,05$) pelo teste SNK. CV = 1,37%

res de pH das silagens no 56º dia foram semelhantes aos encontrados por Moraes Genro *et al.* (1995) e por Maia (2001), que obtiveram valores de 3,5 a 3,6 e de 3,68 a 3,79, respectivamente, para silagens de milho. Os valores de pH diminuíram rapidamente nos três primeiros dias de ensilagem e estabilizaram a partir do 5º dia, para quatro híbridos (HD 9481, HT 47C, HT 951005 e C 435). Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Jonhson *et al.* (2003), em que o pH das silagens de milho estabilizou-se a partir do sexto dia da fermentação. O pH abaixou no 14º dia, para os híbridos AG 5011 e P 3041, mostrando que a fermentação continuou ativa mais tempo durante a ensilagem. Os carboidratos solúveis são a fonte de energia prontamente disponível para as bactérias ácido-láticas, que sintetizam o ácido lático como produto final do seu metabolismo anaeróbico, desde que as condições de anaerobiose sejam rapidamente atingidas no silo (Muck, 1988). A síntese e o acúmulo de ácido lático na silagem são os responsáveis pela rápida queda do pH, o principal mecanismo de conservação da forragem ensilada (McDonald *et al.*, 1991).

Não houve diferença nos teores de FDN entre híbridos nos 1º, 3º, 5º e 56º dias após a ensilagem (Tabela 4). Os valores de FDN desse

experimento foram semelhantes aos encontrados por Melo *et al.* (1999), 54,04%, e maiores que os encontrados por Kuehn *et al.* (1999), que variaram de 43,6 a 45,6%, para silagens de híbridos de milho granífero e forrageiro, respectivamente. Os teores de FDN de quatro dos seis híbridos não variaram com o avanço da fermentação. Houve redução apenas para os híbridos HD 9481 e AG 5011, no 56º dia, em relação ao MO. Para os demais híbridos, não houve alteração nos teores de FDN com o avanço do período de ensilagem. A redução da FDN pode ocorrer durante a ensilagem devido à solubilização da hemicelulose pelos microrganismos hemicelulolíticos. Esse polissacarídeo complexo da parede celular é uma fonte secundária de carboidratos fermentecíveis durante a ensilagem (McDonald *et al.*, 1991). A redução dos teores de FDN com a ensilagem pode, teoricamente, favorecer a ingestão da silagem, pois o teor de FDN do volumoso é negativamente correlacionado com a ingestão por ruminantes (Sudweeks *et al.*, 1981; Mertens, 1997).

Houve diferenças no teor de PB entre híbridos durante todo o período de avaliação (Tabela 5). O híbrido AG 5011 destacou-se com o maior teor de PB, com média de 8,64%. Os teores de PB foram semelhantes aos encontrados por Melo *et al.*, (1999), que relataram valores

TABELA 4. Concentrações de fibra detergente neutro do material original (dia zero) e das silagens de seis genótipos de milho, em porcentagem da matéria seca¹

Genótipo	Dias após a ensilagem							
	0	1	3	5	7	14	28	56
HD 9481	59,6Aa	57,7Aab	53,4Aab	55,2Aab	54,4ABab	52,7ABab	54,2ABab	51,4Ab
HT 47C	57,5ABab	59,9Aa	55,0Aab	53,7Aab	51,7ABb	58,1Aab	54,4ABab	53,6Aab
HT 951005	58,0ABa	56,1Aab	56,9Aabc	50,0Abc	51,7ABabc	50,6Babc	47,7Bc	51,0Aabc
AG 5011	61,1Aa	59,3Aab	58,2Aabc	54,0Aabc	54,4ABabc	58,6Aab	51,1Ac	53,0Abc
C 435	61,2Aab	62,4Aa	59,4Aab	57,2Aab	57,5Aab	55,4ABab	56,0Aab	53,9Ab
P 3041	52,2Bab	57,8Aa	59,6Aa	52,8Aab	48,6Bb	57,6Aa	48,6Bb	53,0Aab

¹Valores seguidos por letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, e por letras minúsculas iguais, na mesma linha, não diferem estatisticamente ($P > 0,05$) pelo teste SNK. CV = 4,51%

médios de PB para 30 cultivares de milho de 7,85%, e aos de Maia (2001), que encontrou valores de 6,9 a 8,4%.

Os teores de PB permaneceram constantes durante o processo fermentativo, para a maioria das silagens. É bem conhecido que os teores de PB permanecem estáveis durante a ensilagem (McDonald et al., 1991). Porém, o perfil bioquímico da PB muda radicalmente, devido à intensa proteólise promovida pelas proteases da própria forragem e dos microrganismos no silo, nos primeiros dias. Na forragem fresca, cerca de 75% a 90% da PB é formada por proteína verdadeira (Ohshima & McDonald, 1978). Já na silagem, somente cerca de 20% da PB encontra-se na forma de proteína verdadeira, sendo o restante (até 80% da PB) composto por nitrogênio não protéico (McDonald et al., 1991). Essa intensa modificação da fração protéica torna a PB da silagem mais solúvel e mais rapidamente disponível para o metabolismo microbiano ruminal. Isso pode ocasionar falta de sincronia na relação energia: proteína no rúmen, prejudicando a eficiência de síntese de proteína microbiana (Harrison et al., 1994). A baixa qualidade da PB das silagens naturalmente fermentadas tem sido considerada como um fator ne-

gativo sobre o desempenho de vacas de alta produção, pois há a necessidade de utilização de maiores quantidades de fontes de proteínas mais lentamente degradáveis no rúmen, o que incorre em aumento dos custos (Muck, 1988).

Na Tabela 6, são demonstradas as porcentagens de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT) nas silagens. Não houve diferenças nesse aspecto entre os híbridos até o 7º dia de ensilagem. No 56º dia de ensilagem, o híbrido AG 5011 apresentou maior teor de N-NH₃/NT que o HD 9481 e C 435 (6,89, 5,79 e 5,60%, respectivamente). Os teores de N-NH₃/NT aumentaram linearmente com o avanço da fermentação, para todos os híbridos. Segundo McDonald et al. (1991), a formação de amônia no silo é o resultado da degradação de aminoácidos pelos microrganismos e também por enzimas da forrageira. Porém, os valores encontrados no 56º dia foram bastante reduzidos, estando abaixo de 10%. Valores semelhantes foram relatados por Maia (2001) para silagens de milho (menores que 5,5%).

A presença de nitrogênio amoniacal nas silagens se deve, principalmente, à degradação de aminoácidos e de alguns outros compostos nitrogenados não protéicos presentes na forragem,

TABELA 5. Concentrações de proteína bruta do material original (dia zero) e das silagens de seis genótipos de milho, em porcentagem da matéria seca¹

Genótipo	Dias após a ensilagem							
	0	1	3	5	7	14	28	56
HD 9481	8,5ABa	8,2Bab	8,0Bbc	7,7Bc	7,6Bc	7,8Bc	7,7Bc	7,8Bc
HT 47C	7,8Ca	7,3Cb	7,3Cb	7,5Bab	7,6Bab	7,1Cb	7,3Bb	7,3Cb
HT 951005	7,9Ca	7,6Ca	7,5Ca	7,6Ba	7,5Ba	7,6Ba	7,7Ba	7,7BCa
AG 5011	8,7Aa	8,7Aa	8,6Aa	8,6Aa	8,6Aa	8,1Ab	8,5Aa	8,9Aa
C 435	7,8Ca	7,5Ca	7,5Ca	7,6Ba	7,7Ba	7,6Ba	7,6Ba	7,6BCa
P 3041	8,3Ba	7,7Cb	7,2Cc	7,5Bbc	7,6Bbc	7,5Bbc	7,4Bbc	7,6BCbc

¹Valores seguidos por letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, e por letras minúsculas iguais, na mesma linha, não diferem estatisticamente ($P > 0,05$) pelo teste SNK. CV = 2,03%

TABELA 6. Concentrações de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total das silagens de seis genótipos de milho, em porcentagem da matéria seca¹

Genótipo	Dias após a ensilagem						
	1	3	5	7	14	28	56
HD 9481	2,5Ad	3,7Ac	4,0Abc	3,8Abc	4,7Ab	5,4Aa	5,7Ba
HT 47C	2,4Ad	3,0Acd	3,5Ac	3,6Ac	3,6BCc	5,3Ab	6,1ABa
HT 951005	2,5Ad	2,9Acd	3,4Acd	3,7Acd	3,4BCc	4,6ABb	5,8BCa
AG 5011	2,7Ae	3,1Ade	3,7Acd	4,0Acd	4,2ABc	5,5Ab	6,8Aa
C 435	2,2Ac	2,4Ac	3,1Ac	3,2Ac	3,0Cc	4,6ABb	5,6Ca
P 3041	2,7Ac	3,1Ac	4,1Abc	3,6Ab	4,2ABb	4,3Bb	6,7ABa

¹Valores seguidos por letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, e por letras minúsculas iguais, na mesma linha, não diferem estatisticamente ($P > 0,05$) pelo teste SNK. CV = 9,56%.

como o nitrato. Os microrganismos do gênero *Clostridium* são os principais responsáveis pela degradação de aminoácidos (Ohshima *et al.*, 1979). As principais condições que favorecem o crescimento dos clostrídios são o baixo teor de matéria seca e a baixa taxa de queda do pH da silagem, principalmente nos momentos iniciais da ensilagem (Muck, 1988), o que não foi observado nesse experimento. Nas fermentações dominadas por estes microrganismos são comuns valores de nitrogênio amoniacal superiores a 20% do nitrogênio total (Ohshima & McDonald, 1978).

Conclusões

A fermentação das silagens foi intensa nos primeiros cinco dias, para todos os híbridos, devido ao rápido consumo pelos microrganismos dos carboidratos solúveis, causando a rápida queda do pH e adequada conservação das silagens. Os seis híbridos estudados mostram-se adequados para a produção de silagens de boa qualidade.

Agradecimentos

À Embrapa Milho e Sorgo e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq.

Literatura Citada

ASELTINE, M.S. Corn silage quality can vary depending on hybrid planted. **Feedstuffs**, v. 60, n. 4, p. 13-15, 1988.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 13 ed. Washington, 1980. 1015p.

BAILEY, R.W. Quantitative studies of ruminant digestion loss of ingested plant carbohydrates from the reticule-rumen. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 1, p. 15-32, 1967.

DANLEY, M.M.; VETTER, R.L. Changes in carbohydrate and nitrogen fractions and digestibility of forages: maturity and ensiling. **Journal of Animal Science**, v. 37, n. 4, p. 994-999, 1973.

DOANE, P.H.; PELL, A.N.; SCHOFIELD, P.; PITT, R.E. Soluble carbohydrates in silage. In: 1996 CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURES, 1996, Rochester-NY. **Proceedings...** Rochester-NY. 1996, p. 115-120.

FERREIRA, J.J. Aspectos importantes para melhor qualidade da silagem de milho e maior efi-

- ciência na sua utilização. In: EMBRAPA MILHO E SORGO. **Milho para silagem: tecnologias, sistemas e custo de produção**. Sete Lagoas, p. 59-68, 1991. (Circular Técnica, 14).
- HARRISON, J.H.; BLAUWIEKEL, R.; STOKES, M.R. Fermentation and utilization of grass silage. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 10, p. 3209-3235, 1994.
- JONES, B.A.; HATFIELD, R.D.; MUCK, R. Effect of fermentation and bacterial inoculation on Lucerne cell wall. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 60, p. 147-153, 1992.
- JONHSON, L.M.; HARRISON, J.H.; DAVIDSON, D.; MAHANNA, W.C.; SHINNERS, K. Corn silage management: effects of hybrid, maturity, inoculation, and mechanical processing on fermentation characteristics. **Journal of Dairy Science**, v.86, n. 1, p. 287-308, 2003.
- KUEHN, C.S.; LINN, J.G.; JOHNSON, D.G.; JUNG, H.G.; ENDRES, M.I. Effect of feeding silages from corn hybrids selected for leafiness or grain to lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 12, p. 2746-2755, 1999.
- MAIA, F.S. **Qualidade e padrão de fermentação das silagens de seis cultivares de milho (BR 106, BR 205, HD 9486, AG 1051, C 701, FO-01)**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2001. 47p. (Dissertação, Mestrado em Zootecnia).
- McALLAN, A.B.; PHIPPS, R.H. The effect of sample date and plant density on the carbohydrate content of forage maize and the changes that occur on ensiling. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 89, p. 589-597, 1977.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2ª Ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- MELO, W.M.C.; PINHO, R.G.V.; CARVALHO, M.L.M.; PINHO, E.V.R.V. Avaliação de cultivares de milho para a produção de silagem na região de Lavras - MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n.1, p. 31-39, 1999.
- MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n. 7, p. 1463-1481, 1997.
- MORAES GENRO, T.C.; QUADROS, F.L.F.; COELHO, L.G.M.; COELHO FILHO, R.C. Produção e qualidade de silagens de híbridos de milho (*Zea mays*) e de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*). **Ciência Rural**, v. 25, n. 3, p. 461-464, 1995.
- MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 11, p. 2992-3002, 1988.
- OHSHIMA, M.; McDONALD, P. A review of the changes in nitrogenous compounds of herbage during ensiling. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 29, p. 497-505, 1978.
- OHSHIMA, M.; McDONALD, P.; ACAMOVIC, T. Changes during ensilage in the nitrogenous components of fresh and additive treated ryegrass and lucerne. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 30, p. 97-106, 1979.
- RODRIGUES, P.H.M.; RUZANTE, J.M.; SENATORE, A.L.; LIMA, F.R.; MELOTTI, L.; MEYER, P.M. Avaliação do uso de inoculantes microbianos sobre a qualidade fermentativa e nutricional da silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 538-545, 2004.

SISTEMA de análises estatísticas e genéticas - SAEG. Viçosa, MG : UFV, 1999. 59p.

SUDWEEKS, E.M.; ELY, O.L.; MERTENS, D.R.; SISK, L.R. Assessing minimum amounts and form of roughage in ruminants diets: roughage value index system. **Journal of Animal Science**, v. 53, n. 5, p. 1407-1411, 1981.

VALADARES FILHO, S.C. **Digestibilidades aparentes e locais de digestão da matéria seca, energia e carboidratos de feno de soja perene**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1981. 88p. (Dissertação, Mestrado em Zootecnia).

VALENTE, J.O. Introdução: milho para silagem, tecnologias, sistemas e custo de produção. In: EMBRAPA MILHO E SORGO. **Milho para silagem: tecnologias, sistemas e custo de produção**. Sete Lagoas, p. 5-7, 1991. (Circular Técnica, 14).

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.