

## Características bromatológicas em híbridos de milho para produção de silagem no Estado de Minas Gerais

Michele Jorge da Silva<sup>1</sup>, Lucas Coelho Balbino<sup>1</sup>, Dimas Antônio Del Bosco Cardoso<sup>2</sup>, Lucas Mattos Miranda<sup>2</sup>, Leonardo Duarte Pimentel<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. E-mail: michelejorgesilva@gmail.com, lucascbagro@gmail.com, leonardopimentelagro@gmail.com

<sup>2</sup> Riber Kws Sementes S/A, Patos de Minas, Minas Gerais, Brasil. E-mail: dimas.cardoso@kws.com, lucas.miranda@kws.com

Recebido: 03/04/2017; Aceito: 18/04/2018.

### RESUMO

Embora existam várias plantas forrageiras, anuais e perenes, o milho é uma das culturas mais utilizadas neste processo no Brasil, sendo considerada a cultura padrão. Pesquisas de comparação entre híbridos para produção de silagem de milho são fundamentais para o avanço dos programas de melhoramento genético e importantes na recomendação a técnicos e produtores sobre o híbrido destinado à produção de silagem. O objetivo deste trabalho foi avaliar as características bromatológicas de híbridos de milho para o cultivo na região da Zona da Mata Mineira. O experimento foi conduzido na Fazenda Nô da Silva, localizada no município de Cajuri, Minas Gerais. Os tratamentos foram constituídos por 24 híbridos com aptidão para silagem. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com 24 tratamentos e 2 repetições, totalizando 48 unidades experimentais. Foram avaliadas dez características bromatológicas para cada um dos híbridos. Os dados foram submetidos à análise de variância, com comparação das médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Foi utilizado um índice de seleção baseado em somatório de variáveis padronizadas (Índice Z). Os resultados obtidos mostraram existir grande variação entre os genótipos testados. O uso do índice Z possibilitou a seleção de híbridos de milho que apresentaram superioridade na maior parte dos caracteres desejados.

**Palavras-chave:** *Zea mays* L., qualidade de silagem, ensaio de competição de cultivares.

### Bromatological characteristics of maize hybrids for silage production in the State of Minas Gerais

#### ABSTRACT

Although there are several forage plants, annual and perennial, corn is one of the most fable crops in Brazil, being considered a cultural standard. Researches between hybrids for corn silage are essential to the advancement of genetic and important breeding programs in the recommendation technicians and producers on the hybrid for the silage production. The objective of this study was to evaluate the bromatological characteristics of corn hybrids for cultivation in the region of Zona da Mata Mineira. The experiment was conducted at Fazenda Nô da Silva, located in Cajuri, Minas Gerais. The treatments consisted of 24 hybrids with performance for silage production. The experimental design was a randomized complete block design with 24 treatments and two replications, totaling 48 experimental. They were evaluated ten characteristics bromatological for each of hybrids. Data were submitted to analysis of variance, with comparison of means by Tukey test at 5% probability. We used a selection index based on summation of standardized variables, known as Z index. The results of this experiment showed a great variation among genotypes tested. The use of index Z enabled the selection of corn hybrids which were superior in most desired characters.

**Key words:** *Zea mays* L., silage quality, cultivars competition test.

## 1. Introdução

A preocupação em produzir alimento volumoso para os rebanhos, principalmente no período seco do ano, tem aumentado a utilização da silagem, especialmente entre pecuaristas que se dedicam à produção leiteira. Tal alimento é utilizado como fonte alimentar para épocas de déficit no crescimento de pastagens ou primordialmente como alimento constante de dietas (VIEIRA et al., 2013). Embora existam várias plantas forrageiras, anuais e perenes, o milho é uma das culturas mais utilizadas neste processo no Brasil, sendo considerada a cultura padrão. Esta classificação advém de diversas características favoráveis, como, por exemplo, a flexibilidade na época de semeadura, alta produção de matéria seca (MS) por hectare, bons padrões fermentativos e ausência do uso de aditivos durante a ensilagem (PAZIANI et al., 2009). A produção eficiente de silagem de milho começa pela lavoura bem conduzida, em seguida o corte, o transporte, a descarga, a compactação e a vedação do silo. Todas essas etapas devem ser efetuadas corretamente, para permitir a eficiente fermentação do milho picado e o armazenamento da silagem por longo período (NEUMANN et al., 2017).

A escolha do híbrido adequado também é importante para alcançar as características favoráveis durante a produção de silagem, pois cada cultivar tende a apresentar um comportamento agrônomo e nutricional distinto com base em seu grau de adaptação às condições da região de cultivo. As características esperadas em um híbrido de milho para produção de silagem são: elevada produção de matéria seca, altas concentrações de proteína bruta, energia e elevado teor de matéria seca com baixa concentração de fibra em detergente neutro na colheita a fim de favorecer a fermentação (PAZIANI et al., 2009).

Pesquisas de comparação entre híbridos para produção de silagem de milho são fundamentais para o avanço dos programas de melhoramento genético e importantes na recomendação a técnicos e produtores sobre o híbrido destinado à produção de silagem com a melhor relação entre produção e valor nutritivo. A identificação de plantas mais adaptadas às condições em que serão cultivadas contribuirá para maiores rendimentos da cultura do milho, além disso, o uso de cultivares mais adaptadas às condições locais tem sido apontado como o responsável pelos maiores ganhos obtidos em produtividade (NEUMANN et al., 2017). É grande a importância em conhecer os valores de produtividade, participação das frações da planta e qualidade dessas frações para estabelecer correlações entre estas variáveis e a produtividade e qualidade do milho para silagem.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar as características bromatológicas de híbridos de milho para o cultivo na região da Zona da Mata Mineira.

## 2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Nô da Silva, localizada no município de Cajuri, região da Zona da Mata em Minas Gerais, latitude 20°46'19" S, longitude 42°49'20" W e altitude média de 663 m. O clima da região é predominante tropical, de verões com médias térmicas mensais de aproximadamente 25°C, com registros de temperaturas reduzidas em algumas áreas superiores à 1.000 m de altitude. Os tratamentos foram constituídos por 24 híbridos com aptidão para silagem, sendo alguns materiais comerciais utilizados como testemunhas nas avaliações e outros ainda em fase de teste (Tabela 1); a semeadura ocorreu no dia 03 de novembro de 2015.

**Tabela 1.** Híbridos de milho em fase de avaliação e híbridos comerciais utilizados no experimento.

Híbridos em fase de avaliação	Empresa	Híbridos comerciais	Empresa
KWX960PRO2B18	Riber KWS	RB9006PRO	Riber KWS
KWX12021PRO2G10	Riber KWS	RB9110PRO	Riber KWS
KWX628A4	Riber KWS	RB9004PRO	Riber KWS
RK3115	Riber KWS	RB9308PRO	Riber KWS
D2B688PW	Riber KWS	RB9077PRO	Riber KWS
KWX12021PRO2G24	Riber KWS	BRS 206	Embrapa
KWX960PRO2A6	Riber KWS	DKB175PRO	Dekalb
KWX12021PRO2G501	Riber KWS	AG5055PRO	Agrocereis
KWX5208	Riber KWS		
KWX3014PRO2G10	Riber KWS		
KWX3014PRO2G24	Riber KWS		
KWX12024PRO2B18	Riber KWS		
KWX76610PRO2A6	Riber KWS		
KWX12024PRO2B18	Riber KWS		
KWX9802HB38	Riber KWS		
KWX9390PRO2	Riber KWS		

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados e 2 repetições, totalizando 48 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi composta por 4 linhas com 5,0 m cada e com espaçamento entre linhas de 0,7 metros. Para avaliação foram utilizadas as duas linhas centrais de cada parcela, sendo as outras duas usadas apenas como bordadura. Aplicou-se no plantio 370 kg ha<sup>-1</sup> do adubo com formulação NPK (10-30-10) e quando a planta atingiu o estágio fenológico V<sub>2</sub>, realizou-se a adubação de cobertura com 600 kg ha<sup>-1</sup> do adubo com formulação NPK (30-00-19) (ALVAREZ et al. 1999). No estágio fenológico V<sub>4</sub> foi realizada uma capina e aplicou-se para o controle de plantas daninhas os herbicidas nicossulfuron (300 mL ha<sup>-1</sup>) e atrazine (4 L ha<sup>-1</sup>), além do inseticida Lanate (1 L ha<sup>-1</sup>) para controle da lagarta-do-cartucho. Também foi utilizado o fungicida Opera na dosagem de 750 mL ha<sup>-1</sup> no estágio fenológico V<sub>8</sub> e no pré-pendoamento.

A colheita foi realizada no dia 29 de fevereiro de 2016, de forma manual, cortando as duas linhas centrais de cada unidade experimental, a uma altura de aproximadamente 15 cm do solo, de acordo com o ponto de colheita ideal, ou seja, quando os grãos atingiram o estágio de farináceo-duro. Em seguida pesou-se a planta inteira em uma balança com um tripé para a determinação da matéria verde. Para saber o valor nutritivo da cultura através da sua bromatologia, as plantas foram trituradas em ensiladeira, homogeneizadas e cerca de 500 g de cada amostra foram encaminhadas para o laboratório 3rlab, localizado na cidade de Lavras, MG.

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório para determinação da matéria seca (MS), em seguida as plantas foram secas em estufa de ventilação de ar forçada (65 °C) por 48 horas. Os teores de fibra em detergente ácido (FDA), teores de fibra em detergente neutro (FDN) e lignina (LIG) foram obtidos conforme a metodologia de VAN SOEST (1991). O teor de proteína bruta (PB) foi determinado pelo método de Kjeldahl (HORWITZ, 2000), que busca o N orgânico total, baseando-se no aquecimento da amostra com ácido sulfúrico e catalisado para a digestão até que o carbono e o hidrogênio sejam oxidados. O teor de amido (AM) foi determinado pelo sistema de análise por infravermelho (NIRS), coletando-se o espectro de cada uma das amostras. O método “*Total Tract NDF Digestibility*” ou “digestibilidade da FDN no trato gastrointestinal total” (TTNDFD) avaliou a porção da fibra da forragem que será utilizada pelo animal (COMBS, 2013).

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) são a soma dos nutrientes multiplicada pelos coeficientes de digestibilidade específica, a metodologia proposta pelo NRC (2001) permite calcular o NDT através dos dados

de composição do alimento (COSTA et al., 2005). Para estimar a produção de leite por tonelada de matéria seca (kg leite ton MS<sup>-1</sup>) e a produção de leite por hectare (kg leite ha<sup>-1</sup>) utilizou-se a planilha do Microsoft Excel denominada Milk 2006 (SHAVER; LAUER, 2006).

Os dados foram submetidos à análise de variância e analisados quanto a significância através dos valores do teste F, e a comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey, a 1 e 5% de probabilidade. Para identificar os híbridos mais promissores para a produção de silagem, foi utilizado um índice de seleção baseado em somatório de variáveis padronizadas, mais conhecido como Índice Z (MENDES et al., 2009). O índice Z é um procedimento de fácil análise e interpretação. Através deste todas as características: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), lignina (LIG), amido (AM), digestibilidade do FDN no trato gastrointestinal total (TTNDFD), nutrientes digestíveis totais (NDT), produção de leite por tonelada de matéria seca (kg leite ton MS<sup>-1</sup>) e produção de leite por hectare: kg leite ha<sup>-1</sup> foram padronizados, visando torna-los diretamente comparáveis. Assim, a variável  $Z_{ij}$  é estimada pelo seguinte estimador:

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{S_j} Z_{ij} \sim (0,1)$$

em que:

$Z_{ij}$  é o valor do  $j$ -ésimo caráter padronizado para o  $i$ -ésimo indivíduo;

$X_{ij}$  é o valor do  $j$ -ésimo caráter;

$\bar{X}_j$  é a média do  $j$ -ésimo caráter;

$S_j$  é o desvio-padrão do  $j$ -ésimo caráter.

Após a padronização das variáveis, foi obtido o somatório de Z para cada indivíduo, e a partir daí selecionou-se os melhores indivíduos, no qual os maiores valores de Z corresponderam ao índice favorável e os menores valores de Z, ao índice desfavorável à seleção. O programa estatístico utilizado para as análises foi o Genes (CRUZ, 2013).

### 3. Resultados e Discussão

A análise de variância mostrou que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para a maioria das características avaliadas, com exceção do teor de lignina (LIG), nutrientes digestíveis totais (NDT) e produção de leite por tonelada de matéria seca (Tabela 2). Para maioria das variáveis houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) (Tabela 3) entre os híbridos e entre as testemunhas avaliadas (MS, PB, FDA, FDN, AM, TTNDFD, e kg leite ha<sup>-1</sup>), já para as características LIG, NDT e kg leite ton MS<sup>-1</sup> não houve diferença significativa.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para as características bromatológicas avaliadas para a produção

FV	QM										
	GL	%MS	%PB	%FDA	%FDN	%LIG	%AM	%TTNDFD	%NDT	kg leite/t MS	kg leite/ha
Bloco	1	2.27	0.00	36.02	81.88	0.00	59.63	2.58	9.40	0.02	4501195.15
Tratamentos	23	11.96**	0.77**	19.77*	46.22*	0.21 <sup>ns</sup>	54.74*	15.43**	6.58 <sup>ns</sup>	0.006 <sup>ns</sup>	20450002.33**
Híbridos	15	10.74**	0.48**	17.04 <sup>ns</sup>	40.48 <sup>ns</sup>	0.20 <sup>ns</sup>	50.30 <sup>ns</sup>	14.91**	6.17 <sup>ns</sup>	0.006 <sup>ns</sup>	15257252.21**
Testemunha	7	16.19**	1.03**	19.34 <sup>ns</sup>	43.52 <sup>ns</sup>	0.23 <sup>ns</sup>	46.66 <sup>ns</sup>	18.42**	6.98 <sup>ns</sup>	0.005 <sup>ns</sup>	13270902.10**
HxT	1	0.77 <sup>ns</sup>	3.24**	63.76*	151.25*	0.23 <sup>ns</sup>	177.99*	2.17 <sup>ns</sup>	10.03 <sup>ns</sup>	0.003 <sup>ns</sup>	148594955.74**
Resíduo	23	1.38	0.07	9.01	20.53	0.19	24.34	3.56	6.05	0.00	2230030.32
Média Geral		38.24	6.09	22.40	37.81	3.56	39.36	36.70	72.78	1.40	31135.49
Desvio padrão		2.44	0.62	3.14	4.80	0.32	5.23	2.77	1.81	0.05	3197.65
Média Genótipos		38.33	6.27	21.59	36.56	3.51	40.72	36.85	72.46	1.39	32379.62
Média Controle		38.06	5.72	24.03	40.32	3.66	36.64	36.40	73.43	1.41	28647.22
CV (%)		3.07	4.33	10.40	11.98	11.29	12.53	5.14	3.38	4.90	4.79
Herdabilidade		87.18	85.79	47.12	49.30	17.02	51.62	76.12	2.08	27.28	85.38

\*\* e \* significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ns não-significativo, pelo teste F. MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDA: fibra em detergente ácido; FDN: fibra em detergente neutro; LIG: lignina; AM: amido; TTNDFD: digestibilidade do FDN no trato gastro intestinal total; NDT: nutrientes digestíveis totais; kg leite ton MS<sup>-1</sup>: produção de leite por tonelada de matéria seca; kg leite ha<sup>-1</sup>: produção de leite por hectare. CV: Coeficiente de variação.

**Tabela 3.** Valores médios dos caracteres bromatológicos avaliados para produção de silagem

Tratamento	MS	PB	FDA	FDN	LIG	AM	TTNDFD	NDT	kg leite t MS <sup>-1</sup>	kg leite ha <sup>-1</sup>
KWX960PRO2B18	41.13a	6.43abcde	22.04abc	37.52ab	3.68a	40.66abc	36.17abcd	70.55a	1.34a	30383.38cdef
KWX12021PRO2G10	34.51cdef	6.06i	25.75abc	42.33ab	3.68a	33.65abc	33.33cd	69.965a	1.32a	30355.57cdef
KWX628A4	40.44ab	6.06cdefghi	22.59abc	38.78ab	3.68a	39.13abc	39.12abcd	74.19a	1.43a	28720.90cdef
RK3115	34.12ef	6.61bcd	24.41abc	41ab	3.68a	36.89abc	37.395abcd	71.9a	1.37a	27757.50def
D2B688PW	38.31abcdef	6.96ab	14.505c	25.02b	2.7a	52.91a	38.465abcd	75.42a	1.49a	29654.59cdef
KWX12021PRO2G24	38.65abcde	6.74abc	21.78abc	36.23ab	3.68a	40.35abc	34.805abcd	72.64a	1.40a	31214.96bcde
KWX960PRO2A6	38.67abcde	6.58abcde	20.02abc	34.31ab	3.34a	42.63abc	34.455abcd	70.87a	1.35a	32660.97abcde
KWX12021PRO2G501	40.52ab	6.06cdefghi	21.56abc	37.29ab	3.68a	40.53abc	36.74abcd	71.67a	1.34a	34002.87abc
KWX5208	38.43abcde	6.06cdefghi	21.34abc	36.45ab	3.48a	40.42abc	36.95abcd	71.85a	1.33a	32195.74abcde
KWX3014PRO2G10	33.58f	7.05ab	22.47abc	37.53ab	3.68a	38.79abc	33.995bcd	71.3a	1.37a	32566.33abcde
KWX3014PRO2G24	40.00ab	6.35abcdef	21.46abc	36.28ab	3.68a	39.77abc	41.905a	72.39a	1.39a	34291.42abc
KWX12024PRO2B18	39.06abcd	6.32abcdefg	23.93abc	39.80ab	3.68a	36.8abc	37.52abcd	74.41a	1.44a	37044.22ab
KWX12024PRO2A6	39.02abcd	6.06cdefghi	19.39abc	33.97ab	3.5a	43.97abc	34.05bcd	70.79a	1.32a	33340.32abcd
KWX76610PRO2A6	37.48abcdef	6.3abcdefgh	24.76abc	41.95ab	3.68a	35.69abc	40.06abcd	72.415a	1.38a	31900.42abcde
KWX9802HB38	39.13abc	6.27abcdefgh	22.87abc	37.485ab	3.68a	38.70abc	33.53bcd	72.92a	1.42a	37911.03a
KWX9390PRO2	40.11ab	6.21abcdefghi	16.51bc	28.96ab	2.85a	50.60ab	41.06ab	76.01a	1.5a	34073.7abc
RB9006PRO	34.3def	6.29abcdefgh	22.55abc	38.37ab	3.68a	39.62abc	38.875abcd	73.91a	1.43a	24890.75f
RB9110PRO	40.57a	6.06hi	29.16a	47.42a	3.68a	29.21c	36.67abcd	70.34a	1.31a	27022.61ef
RB9308PRO	38.99abcde	7.265a	22.18abc	37.64ab	3.68a	39.125abc	39.61abcd	75.16a	1.46a	31159.47bcde
RB9077PRO	42.07a	6.06defghi	23.80abc	39.38ab	3.68a	36.22abc	32.8cd	72.37a	1.38a	32929.47abcde
BRS206	40.01ab	6.06ghi	21.38abc	36.07ab	3.68a	41.59abc	32.375d	75.05a	1.46a	29637.49cdef
DKB175PRO	35.74bcdef	6.06fghi	26.19abc	43.62a	3.68a	33.90abc	34.965abcd	73.64a	1.39a	27506.02def
RB9004PRO	34.89cdef	6.06efghi	20.07abc	34.51ab	3.55a	42.22abc	35.48abcd	71.47a	1.37a	29008.185def
AG5055PRO	37.86abcdef	6.06ghi	26.92ab	45.55a	3.68a	31.19bc	40.39abc	75.44a	1.45a	27023.81ef

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P>0,05); \*\* e \* significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ns não-significativo, pelo teste F. MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDA: fibra em detergente ácido; FDN: fibra em detergente neutro; LIG: lignina; AM: amido; TTNDFD: digestibilidade do FDN no trato gastro intestinal total; NDT: nutrientes digestíveis totais; kg leite ton MS<sup>-1</sup>: produção de leite por tonelada de matéria seca; kg leite ha<sup>-1</sup>: produção de leite por hectare.

Entre os 24 híbridos avaliados, os quadrados médios apresentados para matéria seca (MS), proteína bruta (PB), digestibilidade do FDN no trato gastrointestinal total (TTNDFD) e produção de leite por hectare (kg

leite ha<sup>-1</sup>), também apresentaram valores significativos. Essas diferenças significativas entre os híbridos são desejáveis para haver variabilidade genética e dessa forma auxiliar na seleção dos melhores genitores

(OLIBONI et al., 2012). Em relação às testemunhas utilizadas, os quadrados médios para as mesmas características apresentaram significância pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade. A interação entre híbridos e testemunha foi significativa para proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), teor de amido (AM) e produção de leite por hectare ( $\text{kg leite ha}^{-1}$ ), indicando que os híbridos experimentais foram, em média, competitivos com as testemunhas.

Os coeficientes de variação apresentaram-se baixos para MS, PB, TTNDFFD, NTD,  $\text{kg leite ton MS}^{-1}$  e  $\text{kg leite ha}^{-1}$  e médios para FDN, FDA, LIG e AM, segundo a classificação de Pimentel-Gomes (1985). Estes CV foram aceitáveis e expressaram precisão experimental adequada e boa condução do experimento (Tabela 2).

Em relação ao teor de matéria seca, alguns híbridos estão acima da faixa de 30 a 35%, considerada por PAZIANI et al., 2009 como ideal para que se tenha boa fermentação do material ensilado e garanta condições para obtenção de silagens de boa qualidade. No entanto, o teor de matéria seca da silagem de milho depende do estágio de maturação da planta no momento da colheita (SILVA et al., 2014). De acordo com Pereira et al. (2007), teores de MS acima de 35% dificultam a compactação do material ensilado e expulsão do ar, porém podem aumentar o teor de amido das silagens, reduzem o FDN e podem melhorar o NDT, já teores abaixo de 28% proporcionam acréscimo na lixiviação, consequentemente, perda de nutrientes, redução do material ensilado, dificultam redução do pH favorecendo o crescimento de clostrídeos e proteólise. Da mesma forma, materiais colhidos com alto teor de matéria seca (superior a  $400 \text{ g kg}^{-1}$ ) apresentarão maiores dificuldades de compactação, prejudicando da mesma forma, o processo fermentativo (NEUMANN et al., 2017). Os materiais que apresentaram valores mais satisfatórios de MS foram: KWX3014 PRO2G10, RK3115, RB9006PRO, KWX12021PRO2G10, RB9004 PRO e DKB175PRO.

A porcentagem de proteína na silagem é importante quando se deseja obter silagem com alto valor nutricional e de alta energia. Para silagem da planta inteira, valores acima de 7% são considerados bons, de 7,8% muito bons e acima de 8,6% excelentes (VIEIRA et al., 2013). Os materiais que apresentaram os melhores valores para PB foram: RK3115, KWX12021 PRO2G24, D2B688PW, KWX3014PRO2G10 e RB9308PRO.

A alta porcentagem de FDA é uma característica indesejável, pois indica a presença de substâncias pouco aproveitáveis pelo animal, como lignocelulose, porém é comum as cultivares de milho brasileiras apresentarem altos valores de FDA. Segundo Rosa et al. (2004), a

FDA por sua vez indica o grau de digestibilidade da silagem, pois apresenta maior proporção de frações menos digestíveis como a lignina e a celulose, além disso essa variável é um bom indicador da qualidade das cultivares para produção de silagem, pois apresenta uma correlação negativa com a digestibilidade da MS. Os teores de FDA apresentaram alta divergência entre os híbridos, variando de 14,50 a 29,16%. Os híbridos que apresentam menores valores de FDA foram: D2B688PW, KWX9390PRO2, KWX12024PRO2A6, KWX960PRO2A6 e RB9004PRO.

FDN é uma característica também muito importante na avaliação de cultivares para silagem, pois corresponde às frações de celulose, hemicelulose e lignina, além de apresentar correlação negativa com a digestibilidade da MS.

A qualidade de uma forrageira a ser conservada deve levar em conta a busca de espécies que possuam baixos teores de FDN (entre 370 e  $500 \text{ g kg}^{-1}$ ) e taxa de digestão aumentada, pois dessa forma podem proporcionar maior ingestão e consequentemente melhor desempenho dos animais (VELHO et al., 2006). No experimento o teor de FDN variou de 25,02 a 47,25%. Os híbridos que apresentam menores valores para FDN foram: D2B688PW, KWX9390PRO2, KWX12024PRO2A6, KWX960PRO2A6 e RB9004 PRO.

A lignina é um dos principais fatores que limita a degradabilidade da parede celular. As frações fibra em detergente ácido e neutro e ligninas estão negativamente correlacionadas a digestibilidade. Todos os híbridos apresentaram valores satisfatórios com relação ao teor de lignina (entre 3 e 4%), porém não houve diferença significativa entre eles de acordo com o teste de Tukey.

O teor de amido nos híbridos variou bastante, o híbrido RB9110PRO apresentou teores abaixo de 29,21% e o híbrido D2B688PW apresentou o maior teor com 52,91%. A maioria dos materiais se encontrou dentro da faixa ideal de teor de amido, em torno de 35 e 38%. Os híbridos que apresentaram maiores valores do teor de amido foram: RB9004PRO, KWX960PRO2A6, KWX12024PRO2A6, KWX9390PRO2 e D2B688PW.

Com relação à digestibilidade do FDN no trato gastrointestinal total (TTNDFFD), o menor valor apresentado foi de 32,37% e o maior valor apresentado foi de 41,90%. Inúmeros nutricionistas aplicam o conceito de TTNDFFD na formulação de dietas nas explorações. Outra grande oportunidade que o método permite é identificar as forragens que podem causar uma diminuição no consumo de matéria seca (CMS) num animal (COMBS, 2013). Os híbridos que foram mais eficientes na digestibilidade do FDN foram: RB9308PRO, KWX76610PRO2A6, AG5055PRO, KWX9390PRO2 e KWX3014PRO2G24.

**Tabela 4.** Padronização das variáveis bromatológicas avaliadas e seu respectivo Índice Z.

Tratamento	MS	PB	FDA	FDN	LIG	AM	TTNDFD	NDT	Leite kg t MS <sup>-1</sup>	Leite kg ha <sup>-1</sup>	Índice Z
KWX9390PRO2	0.79	0.21	-1.87	-1.84	-2.18	2.15	1.57	1.78	1.89	0.92	13.21
D2B688PW	0.03	1.41	-2.51	-2.66	-2.63	2.59	0.64	1.46	1.80	-0.46	12.39
BRS206	0.74	-1.34	-0.33	-0.36	-0.96	0.43	-1.56	1.25	1.16	-0.47	3.07
RB9004PRO	-1.40	-0.90	-0.74	-0.69	-0.04	0.55	-0.44	-0.72	-0.47	-0.67	2.02
KWX12024PRO2B18	0.35	0.38	0.49	0.41	-0.10	-0.49	0.30	0.90	0.89	1.85	1.92
KWX3014PRO2G24	0.74	0.43	-0.30	-0.32	0.25	0.08	1.88	-0.21	-0.02	0.99	1.91
RB9006PRO	-1.64	0.34	0.05	0.12	-0.53	0.05	0.78	0.62	0.62	-1.95	1.80
RB9308PRO	0.32	1.90	-0.07	-0.03	-0.12	-0.04	1.05	1.31	1.25	0.01	1.59
KWX628A4	0.92	-0.62	0.06	0.20	-0.06	-0.04	0.87	0.78	0.71	-0.76	1.05
KWX5208	0.08	-0.64	-0.34	-0.29	-0.24	0.20	0.09	-0.53	-1.10	0.33	0.42
KWX9802HB38	0.37	0.30	0.15	-0.07	0.28	-0.13	-1.14	0.08	0.44	2.12	0.33
KWX12024PRO2A6	0.33	-0.04	-0.96	-0.80	-0.19	0.88	-0.95	-1.10	-1.28	0.69	-0.10
KWX960PRO2A6	0.18	0.80	-0.76	-0.73	-0.67	0.63	-0.81	-1.05	-0.83	0.48	-0.42
KWX12021PRO2G501	0.96	-0.40	-0.27	-0.11	0.37	0.22	0.02	-0.61	-0.92	0.90	-0.95
KWX12021PRO2G24	0.17	1.06	-0.20	-0.33	0.19	0.19	-0.68	-0.07	0.17	0.02	-1.27
AG5055PRO	-0.16	-1.33	1.44	1.61	1.06	-1.56	1.33	1.47	0.98	-1.29	-1.69
KWX3014PRO2G10	-1.94	1.55	0.02	-0.06	0.49	-0.11	-0.97	-0.81	-0.38	0.45	-1.89
KWX76610PRO2A6	-0.32	0.34	0.75	0.86	0.81	-0.70	1.21	-0.20	-0.20	0.24	-2.10
DKB175PRO	-1.04	-1.25	1.20	1.21	0.07	-1.04	-0.62	0.47	-0.11	-1.14	-2.62
RK3115	-1.72	0.85	0.64	0.66	0.36	-0.47	0.25	-0.48	-0.47	-1.06	-3.02
KWX960PRO2B18	1.21	0.55	-0.11	-0.06	-0.16	0.25	-0.19	-1.23	-1.01	-0.24	-3.84
RB9077PRO	1.60	-0.77	0.45	0.33	0.54	-0.60	-1.40	-0.22	-0.20	0.56	-4.01
KWX12021PRO2G10	-1.55	-1.46	1.07	0.94	1.07	-1.09	-1.21	-1.55	-1.37	-0.24	-5.53
RB9110PRO	0.98	-1.38	2.15	2.00	2.37	-1.94	-0.01	-1.34	-1.56	-1.29	-12.25

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDA: fibra em detergente ácido; FDN: fibra em detergente neutro; LIG: lignina; AM: amido; TTNDFD: digestibilidade do FDN no trato gastro intestinal total; NDT: nutrientes digestíveis totais; kg leite ton MS<sup>-1</sup>: produção de leite por tonelada de matéria seca; kg leite ha<sup>-1</sup>: produção de leite por hectare.

Os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) apresentaram-se adequados para todos os híbridos, sendo todos com valores maiores de 65%, porém não houve diferença significativa entre os híbridos. Estes resultados foram superiores aos de NDT observado (60,2%) por COSTA et al. (2005).

Com relação à produção de leite por tonelada de matéria seca (kg leite ton MS<sup>-1</sup>), a variação foi de 1,31 a 1,5 kg leite ton MS<sup>-1</sup>, porém não houve diferença significativa entre os híbridos. Já para a produção de leite por hectare (kg leite ha<sup>-1</sup>) essa variou de 24890,755 a 37911,035, e os materiais que mais produziram foram KWX12021PRO2G501, KWX9390PRO2, KWX3014PRO2G24, KWX12024PRO2B18 e KWX9802HB38. Pode-se observar que o híbrido KWX9390PRO2 foi superior para essas duas características. Normalmente, a elevação do teor de MS está associada ao aumento do consumo voluntário de MS da silagem de milho e/ou da produção de leite, sendo os melhores resultados obtidos para silagens com teores de MS entre 30 e 35% (SILVA et al., 2014).

De acordo com a classificação gerada pelo Índice Z (Tabela 4), os materiais que apresentaram desempenho superior para todas as características foram: KWX9390PRO2, D2B688PW, BRS206, RB9004PRO e

KWX12024 PRO2B18, demonstrando que os híbridos em avaliação KWX9390PRO2, D2B688PW e KWX12024PRO2B18 se destacaram para todas as características quando comparados com as testemunhas no experimento. Porém duas testemunhas, BRS206 e RB9004PRO se destacaram entre os cinco materiais mais promissores para a produção de silagem. Notou-se que o Índice Z foi uma forma eficiente para atingir o objetivo do trabalho, ou seja, auxiliou de maneira positiva na identificação dos híbridos mais promissores para a produção de silagem.

#### 4. Conclusões

Os resultados mostraram que existe grande variação entre os genótipos testados, para as características avaliadas.

O uso do índice Z auxiliou de maneira positiva na escolha dos híbridos de milho, selecionando os materiais que apresentaram superioridade na maior parte dos caracteres desejados.

Os híbridos em avaliação KWX9390PRO2, D2B688PW e KWX12024PRO2B18 se destacaram para todas as características quando comparados às testemunhas no experimento.

## Referências Bibliográficas

- ALLEN, M. S.; MAIN, D. G.; O'NEIL, K.A.; BECK, J. Variation in fiber fractions and in vitro true and cell wall digestibility of corn silage hybrids. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, n. 1, p. 129, 1990.
- ALMEIDA FILHO, S. L.; FONSECA, D. M.; GARCIA, R. OBEID, J. A., OLIVEIRA E SILVA, J. Características agrônomicas de cultivares de milho (*Zea mays L.*) e qualidade dos componentes e da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 28, n.1 p. 7-13, 1999.
- ALVAREZ V. V. H.; NOVAES, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P.T.G. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º Aproximação**. Viçosa-MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 311 p. 1999.
- BAL, M. A.; COORS, J. G.; SHAVER, R. D. Impact of maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion and milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 10, p. 2497-2503, 1997.
- COSTA, M. A. L.; VALADARES-FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. Validação das equações do NRC (2001) para predição do valor energético de alimentos nas condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Maringá-PR, v. 34, n. 1, p. 280-287, 2005.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes**. Viçosa-MG: Editora UFV, 2013. 382 p.
- FERRET, A.; GASA, J.; PLAIXATS, J.; CASANÃS, F.; BOSCH, L.; NUEZ, F. Prediction of voluntary intake and digestibility of maize silages given to sheep from morphological and chemical composition, in vitro digestibility or rumen degradation characteristics. **Animal Science**, Haddington, v. 64, n. 1, p. 493-501, 1997.
- GOMES, P. **Curso de Estatística Experimental**. São Paulo-SP: Nobel, 1985. 467 p.
- KOMLEH S. H. P.; KEYHANI, A; RAFIEE, S. H.; SEFEEDPARY, P. Energy use and economic analysis of corn silage production under three cultivated area levels in Tehran province of Iran. **Energy**, v. 36, n. 1, p. 3335-3341, 2011.
- HORWITZ, W. **Official methods of analysis of AOAC**. International. 17<sup>th</sup> ed. Gaithersburg, MD: AOAC International, v. 2, 2000. 3172 p.
- MASOERO, F.; GALLO, A.; ZANFI, C.; GIUBERTI, G.; SPANGHERO, M. Chemical composition and rumen degradability of three corn hybrids treated with insecticides against the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*). **Animal Feed Science and Technology**, Madrid, v. 155, n. 1, p. 25-32, 2010.
- MELO, W. M. C.; VON PINHO, R. G.; CARVALHO, M. L. M.; VON PINHO, E. V. R. Avaliação de cultivares de milho para produção de silagem na região de Lavras-MG. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras-MG, v. 23, n. 1, p. 31-39, 1999.
- MELLO, R.; NÖRNBERG, J. L.; ROCHA, M. G.; DAVID, D. B.; Características produtivas e qualitativas de genótipos de Milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v. 4, n. 1, p. 79-94, 2005.
- MENDES, F. F.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Índice de seleção para escolha de populações segregantes do feijoeiro-comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 44, n. 10, p. 1312-1318, 2009.
- NEUMANN, M.; LEÃO, G.F.M.; COELHO, M.G.; FIGUEIRA, D.N.; SPADA, C.A. PERUSSOLO, L.F. Aspectos produtivos, nutricionais e bioeconômicos de híbridos de milho para produção de silagem. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, Argentina, v. 66, n. 253, p. 51-58. 2017.
- OLIBONI, R.; FARIA, M. V.; NEUMANN, M.; BATTISTELLI, G. M.; TEGONIL, R. G.; RESENDE, J. T. V. Genetic divergence among maize hybrids and correlations with heterosis and combining ability. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá-PR. v. 34, n.1, p. 37-44, 2012.
- PAZIANI, S.F.; DUARTE, A.P.; NUSSIO, L.G.; GALLO, P.B.; BITTAR, C.M.M.; ZOPOLLATTO, M.; RECO, P.C. Características agrônomicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Maringá, PR. v. 38, n. 3, p. 411-417, 2009.
- PIMENTEL-GOMES, F. R. **Curso de Estatística Experimental**. São Paulo-SP: Nobel, 1985. 467 p.
- PEREIRA, E. S.; MIZUBUTI, I. Y.; PINHEIRO, S. M.; VILLARROEL, A. B. S.; CLEMENTINO, R. H. Avaliação da qualidade nutricional de silagens de milho (Zeamays, L). **Revista Caatinga**, Mossoró-RN, v. 20, n. 3, p. 8-12, 2007.
- RAMOS, M. H. **TTNDFD: uma nova forma de avaliar a qualidade da fibra da forragem**, 2015. Disponível em: <<http://www.milkpoint.pt/secao-tecnica/nutricao/>> Acesso em: 21 abr. 2016.
- ROSA, J. R. P.; SILVA, J. H. S.; RESTLE, J.; PASCOAL, L. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; FREITAS, A. K. Avaliação do comportamento agrônomico da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays, L.*) **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.33, n. 5, p. 302-312, 2004.
- SHAVER, R. D; LAUER, J. G. Review of Wisconsin of corn silage milk per ton models. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 89, n. 1, p. 282, 2006.
- SILVA, M. R.; MARTIN, T. N.; BERTONCELLI, P.; ORTIZ, S.; SCHMITZ, T. H. E VONZ, D. Caracterização agrônômica de genótipos de milho para a produção de silagem. **Archivos Zootecnia**. Córdoba, v. 63, p. 385-388, 2014.
- VAN SOEST, P. J. Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.
- VELHO, J. P.; MÜHLBACH, P. R. F.; GENRO, T. C. M.; VELHO, I. M. P. H.; NÖRNBERG, J. L.; ORQIS, M. G. E KESSLER, J. D. Alterações bromatológicas nas frações dos carboidratos de silagens de milho safrinha sob diferentes tempos de exposição ao ar antes da ensilagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 35, p. 1621-1628, 2006.
- VIEIRA, V. C.; MARTIN, T. N.; MENEZES, L. F. G.; ORTIZ, S.; BERTONCELLI, P. E STORCK, L. Caracterização bromatológica de silagens de milho de genótipos super precoce. **Ciencia Rural**, Santa Maria-RS, v. 43, p. 1925-1931, 2013.