
Seleção de linhagens de milho para produção de forragem, caracterização dos componentes da planta e fatores ambientais: uma revisão

Selection of maize lines for forage production, characterization of plant components and environmental factors: a review

Cecilia Aparecida SpadaORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3807-9196>

Universidade Paranaense (UNIPAR), Brasil

E-mail: cecilia.spada@edu.unipar.br**Marcos Ventura Faria**

Universidade Estadual do Centro Oeste (Unicentro), Brasil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8077-4708>E-mail: venturafaria@yahoo.com.br**Francieli Gesleine Capote Bonato**ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3235-5124>

Universidade Paranaense (UNIPAR), Brasil

E-mail: francieli.bonato@edu.unipar.br**Valdinei Caetano Oliveira**ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1193-0661>

Universidade Paranaense (UNIPAR), Brasil

E-mail: valdinei.oliveira.96@edu.unipar.br**Carlos Eduardo Bordini Tomaz**ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3697-9597>

Universidade Paranaense (UNIPAR), Brasil

E-mail: c.tomaz@edu.unipar.br**Nicholas Martins de Mello**ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0820-1913>

Universidade Paranaense (UNIPAR), Brasil

E-mail: nicholas.mello@edu.unipar.br**Gustavo Romero Gonçalves**ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1467-1406>

Centro Universitário Ingá (UNINGÁ), Brasil

Universidade Paranaense (UNIPAR), Brasil

E-mail: gustavo.gon@edu.unipar.br**Luciana Kazue Otutumi**ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0426-6431>

Universidade Paranaense (UNIPAR), Brasil

E-mail: otutumi@prof.unipar.br**Denis Vinicius Bonato**ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6974-4858>

Universidade Paranaense (UNIPAR), Brasil

E-mail: denisbonato@prof.unipar.br

RESUMO

Objetivou-se realizar uma breve revisão sobre as características desejáveis a serem buscadas em um programa de melhoramento de milho forrageiro, levando em consideração a qualidade da fibra, a textura do grão e a época de semeadura. A planta de milho para produção de silagem é a que apresenta elevada produção de grão com alta disponibilidade de amido e alta digestibilidade de fibra, produção de massa. No

Brasil predominam genótipos de milho com grão tipo *flint* (duro), e isto é indesejável para produção de silagem devido à baixa digestibilidade do amido, a disposição físico-química dos grânulos de amido é a responsável por esta menor digestibilidade quando comparada aos grãos tipo dentados. Outro ponto a ser considerado é a época de semeadura sendo que cada região bem como cada cultivar de milho tem suas características climáticas próprias as quais devem ser respeitadas para que o genótipo consiga expressar sua produção e qualidade. Desta forma, textura do grão bem como relação colmo e folha são os pontos chaves a serem selecionados com o objetivo de produzir híbridos com aptidão forrageira, lembrando que estas características só serão expressadas corretamente se respeitado a época de semeadura de cada material.

Palavras-chave: Textura de grão; Composição da planta; Milho; Silagem de milho; Época de semeadura.

ABSTRACT

This study aimed to carry out a brief review of the desirable characteristics to be sought in a forage corn breeding program, taking into account fiber quality, grain texture and sowing time. The desirable corn plant for silage production is the one with high grain production with high starch availability and high fiber digestibility, in addition to good mass production. In Brazil, corn genotypes with flint-type (hard) grain predominate, and this is an undesirable characteristic for silage production due to the low digestibility of starch, in which the physicochemical disposition of the starch granules in this type of grain is responsible for this lower digestibility when compared to dent type grains. Another point to be considered is the sowing time, since each region and each maize cultivar has its own climatic characteristics which must be respected so that the genotype can express its production and quality. In this way, grain texture as well as the stem-to-leaf ratio are the key points to be selected with the objective of producing hybrids with forage aptitude, remembering that these characteristics will only be expressed correctly if the sowing date of each material is respected.

Keywords: Grain texture; Plant composition; Corn; Corn silage; Sowing time.

INTRODUÇÃO

A silagem de milho é o alimento conservado mais difundido nos sistemas de produção de carne e leite, objetivando atender a demanda de volumoso em quantidade e qualidade nos períodos de baixa produção de matéria seca das pastagens (MACÊDO *et al.*, 2019, VIEIRA *et al.*, 2013). O uso de técnicas corretas no preparo da silagem de milho pode manter o valor do alimento de 80 a 100% em relação ao material original, proporcionando bons resultados em desempenho animal, além de proporcionar menores perdas por efluentes, principalmente quando comparados com silagem de sorgo e girassol (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Contudo, para se obter uma silagem de milho de qualidade, além do emprego das técnicas corretas de ensilagem, deve-se optar pelo cultivo de híbridos adequados para esta finalidade (SILVA *et al.*, 2022).

Os programas de melhoramento do milho têm como foco principal o desenvolvimento de híbridos voltados para a elevada produção de grãos e dão pouca ênfase a genótipos forrageiros específicos para a produção de silagem, fazendo com que nem sempre o híbrido utilizado para silagem seja o mais adequado para esse fim (CARVALHO *et al.*, 2020).

Alguns fatores da planta podem interferir no valor nutritivo da forragem, como é o caso do endosperma do grão e da qualidade da fibra, que variam entre os genótipos de milho (COZANNET *et al.*, 2018), sendo que a quase totalidade dos genótipos de milho disponíveis aos agricultores brasileiros possuem grãos com textura semidura ou dura (SILVA *et al.*, 2022). Este tipo de grão possui endosperma compacto e de difícil aproveitamento pelos microrganismos presentes no rúmen e apresenta digestibilidade menor quando comparado aos grãos do tipo dentado (SANTOS *et al.*, 2012).

Cerca de 30% da massa seca da planta de milho é composta pelos grãos, variando para mais ou para menos dependendo do genótipo, e cerca de 70% é composta pela porção fibrosa (colmo, folha, brácteas e sabugo), assim, mesmo o grão possuindo alta digestibilidade não é suficiente para se determinar a qualidade da forragem (PEREIRA *et al.*, 2011). A variação das frações vegetativas, em virtude de fatores genotípicos e ambientais, tem consequências diretas na produção, composição e digestibilidade da planta (MARCONDES *et al.*, 2012).

Assim sendo, na produção de silagem de milho de boa qualidade, deve-se considerar além do percentual de grãos na massa ensilada e da alta produtividade de biomassa por unidade de área, a participação das demais frações da planta, com ênfase na digestibilidade da fibra (ZOPOLLATTO, 2007). Além da digestibilidade, o sucesso na produção de silagem, todavia, depende do grau de adaptação dos diferentes genótipos às condições de cultivo (GRALAK, 2011). Neste contexto, esta revisão tem por objetivo condensar informações relevantes para a escolha de produtos de linhagens de milhos com finalidade de produção de silagem.

MELHORAMENTO DE MILHO PARA SILAGEM

Os híbridos recomendados para a produção de silagem são geralmente os mesmos utilizados na produção de grãos, o que pode limitar a qualidade da forragem (Marcondes *et al.*, 2012).

A escolha das populações-base para o início de um programa de melhoramento representa uma das etapas cruciais, pois essas populações constituem a fonte de extração de linhagens utilizadas na produção dos híbridos. A obtenção de linhagens consiste na autofecundação, por várias gerações, de plantas selecionadas previamente com vistas no objetivo do programa, obtendo-se plantas com nível elevado de homozigose (SILVA *et al.*, 2021).

A busca por genótipos com alta produção de grãos tem conduzido à seleção de materiais com qualidade da porção fibrosa inferiores às desejadas para a produção de forragem da planta inteira. Além disso, nem sempre um genótipo promissor irá transferir, com sucesso, seus alelos às suas progênes (SOUZA NETO *et al.*, 2015).

Dentre os principais objetivos dos programas de melhoramento de milho forrageiro para a silagem está a procura por híbridos adaptados a diferentes tipos de solo e clima, com maior resistência a pragas e doenças, melhor resposta à adubação, estabilidade de produção, que possuam alta produtividade total de matéria seca, elevada participação de grãos na matéria seca total, acentuado stay green (característica da planta de permanecer verde mesmo quando a espiga já se encontra em adiantado estágio de maturação) e menor dry down (taxa de secagem) (ROSA, 2021).

Considerando os valores nutritivos da forragem, a digestibilidade da matéria seca é um dos fatores mais importantes que afetam a qualidade da silagem. Assim, a ênfase nos programas visando à obtenção de híbridos deve ser direcionada à obtenção de genótipos com maior digestibilidade da silagem, sendo a combinação entre maior digestibilidade da porção fibrosa e dos grãos (MENDES *et al.*, 2008)

Gomes *et al.* (2004) verificaram a predominância de efeitos aditivos para a herança da digestibilidade da matéria seca e, concluíram que a melhor estratégia de melhoramento com o objetivo de se desenvolver genótipos de milho para a produção de silagem, é por meio do cruzamento entre genitores que possuam alta degradabilidade *in situ* da matéria seca de silagem de planta inteira e com boa capacidade específica

combinatória para os demais caracteres. A herdabilidade da digestibilidade de silagens foi alta (0,85), quando foi avaliado germoplasma com aptidão forrageira, evidenciando possibilidade de êxito na seleção para a característica em apreço (GOMES *et al.*, 2004).

Para que um programa de melhoramento possa gerar híbridos forrageiros de qualidade é importante a caracterização das linhagens experimentais quanto aos aspectos agrônomicos e bromatológicos de cada componente da planta, possibilitando a seleção de genótipos com elevada produtividade associada à elevada qualidade, de forma a correlacionar alta digestibilidade dos grãos com demais componentes da planta (SANTOS, 2012).

CARACTERÍSTICAS DA FORRAGEM DE MILHO DE BOA QUALIDADE

A planta de milho apresenta basicamente duas frações que determinam sua qualidade, a fração vegetativa, composta basicamente de carboidratos estruturais, e a fração granífera, representada principalmente pelo amido do endosperma (ZOPOLLATTO *et al.*, 2009). A matéria seca determina o grupo de microrganismos que poderão se desenvolver durante o processo fermentativo, de forma que quando a matéria seca é baixa, bactérias indesejáveis dominam o processo, elevando as perdas durante a estocagem (SOUZA *et al.*, 2022). O amido é o principal carboidrato existente nesta espécie, logo, define a concentração energética do alimento e serve de substrato para o processo fermentativo de qualidade (AMARAL e BERNARDES, 2010).

A planta ideal para ensilagem é aquela que apresenta elevada participação de grãos na massa ensilada, possui fibras e parede celular de melhor digestibilidade e que suporta alta produtividade de massa, compatível com sistemas de produção eficientes e, evidentemente, que possua boas condições de sanidade relacionada a doenças e pragas (NUSSIO *et al.*, 2001). A silagem deve ser um volumoso com boa concentração de energia (%NDT ou energia líquida), aliada a uma boa produção de massa que permita alta ingestão pelos animais (kg ingerido por 100 kg de peso vivo) (LUPATINI *et al.*, 2004).

As células vegetais possuem dois tipos de parede celular, a primária e a secundária (PS). A parede primária é estreita e consiste em uma variedade complexa de carboidratos (celulose, hemicelulose e pectina) e proteínas (glicoproteínas ricas em hidroxiprolina e proteínas ricas em glicina e prolina) que interagem entre si. Na expansão

celular, ocorre a mudança na parede celular (FERREIRA *et al.*, 2011). Essa transição é devido ao acúmulo de polissacarídeos distintos daqueles da parede celular primária e deposição de lignina. Nesse período de transição, a célula perde a maior parte de sua elasticidade, seu teor de água diminui progressivamente e inicia-se a formação da parede secundária. Dos componentes da parede celular, a lignina apresenta o principal efeito negativo sobre a degradação ruminal (FERREIRA *et al.*, 2011).

A colheita das plantas prematuramente é um procedimento desvantajoso, porém adiar colheita também não é o ideal, pois a maioria dos híbridos brasileiros possui o grão do tipo semiduro ou duro. Híbridos desse grupo manifestam o endosperma vítreo, e quanto maior a maturidade desse grão, maior é a limitação ao aproveitamento do amido no ambiente ruminal (REIS *et al.*, 2011). Entretanto, em outras regiões produtoras de milho no mundo, os híbridos apresentam o grão dentado, cujo endosperma é macio e poroso, apresentando menor densidade, e o efeito será uma menor vitreosidade. Estes híbridos surgiram no Brasil há alguns anos e vêm tomando espaço no mercado de sementes de milho para a produção de silagem (AMARAL & BERNARDES, 2010).

Segundo Neumann (2011) os parâmetros químicos bromatológicos ideais que uma planta de milho deve apresentar para proporcionar uma silagem de alta qualidade são 30 a 35% de matéria seca (MS), 7 a 10% de proteína bruta (PB) na MS, mais de 30% de amido na MS, mais que 70% de nutrientes digestíveis totais (NDT) na MS, menos que 30% e 42% para fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN) na MS, respectivamente, e 2 a 5% de extrato etéreo (EE) na MS. Quanto às características agrônomicas e produtivas, a planta de milho para silagem deve apresentar menos de 5 folhas secas na hora da colheita, altura de espiga de 0,8 a 1,2 m, altura de planta de 1,9 a 2,6 m, mais de 55.000 kg ha⁻¹ e 18.000 kg ha⁻¹ de matéria verde e matéria seca, respectivamente, produção de grãos superior a 7.000 kg ha⁻¹, taxa de secagem menor que 0,5% ao dia e mais que 10 dias de janela de colheita.

Neumann (2006) afirma que a menor participação do colmo, brácteas e sabugo na planta aumenta a qualidade da silagem, visto que estas frações, de maneira geral, apresentam altos teores de fibra, baixos teores de proteína bruta e menor digestibilidade. O fator digestibilidade em plantas de milho pode ser influenciado macroscopicamente pela participação de grãos, folhas, colmos, sabugos e brácteas ou microscopicamente

quando analisada a digestibilidade da parede celular e composição das células (CHAVES, 2009).

Na avaliação da qualidade de silagens de milho os parâmetros mais empregados e encontrados em literaturas correlacionadas são FDA (fibra em detergente ácido), FDN (fibra em detergente neutro), LDA (lignina em detergente ácido) que se referem à qualidade da fibra e podem ser utilizados para estimar digestibilidade e fornecimento real de nutrientes com base na matéria seca (GRALAK, 2011; OLIVEIRA, 2010; MELLO *et al.*, 2005).

COMPOSIÇÃO DO GRÃO DE MILHO

O conhecimento da composição física e química da porção granífera da planta de milho é necessária para a determinação do seu valor alimentício e como manejá-lo para obtenção de um alimento que proporcione bom desempenho na produção animal (SANTOS, 2012).

O grão de milho é composto basicamente por quatro estruturas físicas, representadas pelo endosperma, gérmen, pericarpo (casca) e pedicelo (ponta) (MOMBACH 2019). O endosperma representa cerca de 82% do grão, sendo composto basicamente por amido (aproximadamente 90%), proteína (10%) e baixas proporções de matéria mineral e lipídeos. O pericarpo é a camada externa do grão compondo aproximadamente 5% do seu peso, sendo constituído basicamente de fibras. O gérmen representa cerca de 11% do peso do grão e é constituído basicamente por lipídeos e proteínas. O pedicelo representa cerca de 2% do peso do grão e é composto basicamente por fibras (PAES, 2006).

A textura do grão é dependente do tipo de endosperma, que pode ser farináceo ou vítreo. A textura farinácea apresenta maior digestibilidade ruminal de grãos. Isto faz com que haja maior procura por híbridos de grãos dentados para confecção de silagens, por apresentarem grande proporção de endosperma farináceo, representado por amido macio de baixa densidade com maior facilidade de digestão por ruminantes (CHAVES, 2009).

Pesquisas relacionadas à composição química de grãos de milho revelaram que aproximadamente 76,5 % da massa seca é composta por amido, 9,5% de proteínas, 9% de fibras, representadas em maior proporção pela fibra em detergente neutro,

aproximadamente 4% de lipídeos e aproximadamente 1% de matéria mineral (PIOVESAN et al., 2011). Estes componentes estão distribuídos de forma variada nas quatro frações físicas do grão de milho. Assim, cada uma dessas frações difere em composição química e física devido a diversas formas de organização e interação entre estes componentes (PAES, 2006).

Silveira *et al.* (2013) avaliaram a digestibilidade do amido de silagem de milho confeccionadas com híbridos de textura de grão dura e dentada e concluíram que, mesmo com o processamento de grãos, a silagem de milho de grãos duros teve menor digestibilidade do amido em comparação à silagem de milho de textura dentada. A composição química e estrutural do grão de endosperma duro é o principal fator limitante à digestão enzimática dos grânulos de amido, já que estes se encontram embebidos em matriz proteica. Contudo, Vieira *et al.* (2013) afirmam que a escolha do híbrido para produção de silagem não deve se basear no grupo genético ou na dureza do grão e sim nas características individuais dos cultivares.

ÉPOCA DE SEMEADURA DO MILHO FORRAGEIRO

O período de crescimento do milho é influenciado por diversos fatores, principalmente climáticos como chuvas, secas e temperatura. As condições térmicas do solo influenciam a germinação e a emergência das plântulas, enquanto as fases fenológicas e o desenvolvimento completo da planta são influenciados pela temperatura do solo e do ar (BERGAMASCH *et al.*, 2014).

A semeadura na época ideal minimiza os riscos associados à cultura, referentes principalmente às fases importantes no desenvolvimento da planta, relacionados em maior magnitude ao período de florescimento e enchimento de grão. O desenvolvimento da planta de milho, sua produção por área, bem como seu valor nutricional estão diretamente relacionados com fatores como umidade do solo, temperatura, radiação solar e fotoperíodo. Assim, a época de semeadura exerce influência direta na produção de milho, variando seus extremos com cada região agroclimática. Em regiões frias o cultivo do milho se limita a um período restrito de semeadura e ao uso de genótipos mais precoces (BERGAMASCH *et al.*, 2014).

Von Pinho et al. (2007) constaram um decréscimo de 1 cm na altura das plantas de milho para cada dia de atraso do plantio, conferindo assim um decréscimo na produção de matéria seca, mas com relação aos valores nutricionais não houve diferença significativa. Recomendações da Embrapa Milho e Sorgo indicam que o plantio de milho para obtenção de bons rendimentos, pode ser feito nos meses de agosto e setembro na região sul do Brasil, sendo que para o Paraná os meses mais indicados são de setembro e outubro, podendo ainda variar nas regiões agroclimáticas do próprio estado (CRUZ *et al.*, 2010).

A planta de milho precisa acumular quantidades distintas de energia ou simplesmente unidades calóricas necessárias a cada etapa de crescimento e desenvolvimento. A unidade calórica é obtida através da soma térmica necessária para cada etapa do ciclo da planta, desde o plantio até o florescimento masculino (ZUCARELI *et al.*, 2010). Os híbridos cultivados no Brasil são classificados basicamente como superprecoces, precoces e tardios, levando em consideração o acúmulo de unidades calóricas, assim, as cultivares superprecoces são aquelas que necessitam entre 780 e 830 unidades calóricas (UC), as cultivares precoces, entre 831 e 890 UC e as tardias, de 891 a 1200 UC, para atingir o florescimento (STORCK *et al.*, 2009).

CONCLUSÃO

O milho é a principal cultura ensilada no Brasil, sendo assim, os programas de melhoramento genético devem buscar genótipos com textura de grão com alta disponibilidade de amido bem como alta produção de massa.

As frações, colmo, folha, bracteadas e sabugo, devem estar em harmonia sendo que é desejável uma maior porcentagem de folhas perante os demais componentes da planta, para aumentar a digestibilidade de fibra.

Todas as características genéticas da planta podem ser afetadas se a época de semeadura de cada genótipo não for respeitada.

REFERÊNCIAS

AMARAL, R.C.; BERNARDES, T.F.; Silagem de milho: híbridos de grão dentado auxilianno manejo da colheita. Disponível em:
:http://www.beefpoint.com.br/?noticiaID=51771 com acesso em 28 de janeiro de 2021.

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2014.84 p.

BRITO A. H., VON PINHO R.G., PEREIRA J.L.A. R., BALESTRE M. Controle químico da Cercosporiose, Mancha-Branca e dos Grãos Ardidos em milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n.5, p. 629-635, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000500005>

CARVALHO, M. N., SILVEIRA, E. S., MENEZES, B. DOS S., OLIVEIRA, T. R. A. DE, & OLIVEIRA, G. H. F. DE. Caracterização e divergência genética de genótipos de milho com potencial forrageiro avaliados em região semiárida. **Agri-environmental sciences**, v. 6, n.13, 2020. <https://doi.org/10.36725/agries.v6i0.3659>

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S. A cercosporiose na cultura do milho. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 65 p. (Circular técnica, 24) Disponível em:
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/487543/1/Circ24.pdf> Acesso em: 15/05/2014.

CHAVES, L. G. **Seleção de genitores comerciais e controle genético de características agrônômicas e nutricionais de plantas de milho para silagem**. 2009. 73 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

Cozannet, P.; Lawlor, P. G.; Leterme, P.; Devillard, E.; Geraert, P. A.; Rouffineau, F. and Preynat, A. Reducing BW loss during lactation in sows: a meta-analysis on the use of a nonstarch polysaccharide-hydrolyzing enzyme supplement. **Journal of Animal Science**. United States, v. 96, n.7, 2018. <https://doi.org/10.1093/jas/sky045>

Fernandes FT & Oliveira E. Principais doenças da cultura do milho. Sete Lagoas, Embrapa/CNPMS. 80p. 1997 (Circular Técnica, 26).
Disponível em:
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/490415/1/Circ83.pdf> Acesso em : 11 julho 2022.

FERREIRA, G.D.G.; BARRIÈRE, Y.; EMILE, J.C.; JOBIM, C.C.; ALMEIDA, O.C. Valor nutritivo da silagem de dez híbridos de milho. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v. 33, n. 3, p. 255-260, 2011.
<https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v33i3.9890>

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>

FERREIRA, G.D.G.; BARRIÈRE, Y.; EMILE, J.C.; JOBIM, C.C. Caracterização morfo- anatômica do colmo de genótipos de milho. **Arquivo Brasileiro de Zootecnia**, Belo Horizonte, v.60, n.230, p.237-246, 2011. <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922011000200008>

GODOY, C. V.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Alterações na fotossíntese e na transpiração de folhas de milho infectadas por *Phaeosphaeria maydis*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília. v. 26, p. 209- 215, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0100-41582001000200017>

GOMES, M.S.; VON PINHO, R.G.; RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.V.; BRITO, A.H. Variabilidade genética em linhagens de milho nas características relacionadas com a produtividade de silagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF. v.39, n.9, p. 879-885, 2004. <https://www.scielo.br/j/pab/a/KF9MpMcCK4K35ybmVRbqfKG/?format=pdf&lang=pt#:~:text=Houve%20variabilidade%20gen%C3%A9tica%20nos%20caracteres,nas%20diferentes%20%C3%A9pocas%20de%20semeadura.>

GRALAK, E. **Capacidade combinatória de híbridos comerciais de milho para caracteres agronômicos e bromatológicos da silagem**. 2011. 77 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava. 2011.

LUPATINI, G.C.; MACCARI, M.; ZANETTE, S.; PIACENTINI, E.; NEUMANN, M. Avaliação do desempenho agronômico de híbridos de milho (*Zea mays*, L.) para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas. v.3, n.2, p.193-203, 2004. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v3n02p%25p>

MACÊDO, A. J. S.; CÉSAR NETO, J. M.; SILVA, M. A.; SANTOS, E. M. 2019. Potencialidades e limitações de plantas forrageiras para ensilagem: Revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, Fortaleza, CE. v.13 n.2, p. 320-337, 2019. <https://doi.org/10.5935/1981-2965.20190024>

MARCONDES, M.M.; NEUMANN, M.; MARAFON, F.; ROSÁRIO, J. G.; FARIA, M. V. Aspectos do melhoramento genético de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Tecnologia aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v.5, n.2, p.173-192, 2012. <https://doi.org/10.5777/PAeT.V5.N2.13>

MENDES, M.C.; VON PINHO. R.G.; PEREIRA, M.N.; FILHO, E.M.F.; FILHO, A.X.S. Avaliação de híbridos de milho obtidos do cruzamento entre linhagens com diferentes níveis de digestibilidade da matéria seca. **Revista Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.285-297, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000200004>

MELLO, R.; NORBERG, J. L.; ROCHA, M. G. da; DAVID, D. B. de.;
Características produtivas e qualitativas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas. v. 4, n.1, p.79-94, 2005.
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104273/1/Caracteristicas-produtivas.pdf>

MOMBACH M.A., PEREIRA D.H., PINA D.S., BOLSON D.C, PEDREIRA B.C.
Silagem of rehydrated corn grain. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte MG, v.71, n.3, p.959-966, 2019.
<https://doi.org/10.1590/1678-4162-9676>

NEUMANN, M. Parâmetros para análise de qualidade da silagem. 2011. Disponível em: <http://www.iepec.com/curso/listarCapituloPopUp&idCurso=58&idCapitulo=407>
Acesso em: 09 set. 2011.

NUSSIO, L.G.; SIMAS, J.E.C.; LIMA, M.L.M. **Determinação do ponto de maturidade ideal para colheita do milho para silagem**. In: NUSSIO, L. G.; ZOPOLLATO, M.; MOURA, J. C (Ed). Milho para a silagem. Piracicaba: FEALQ. p. 11-26, 2001.

OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; VIANA, A.E.S.; MATSUMOTO, S.N.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O. Produtividade, composição química e características agrônômicas de diferentes forrageiras. **Revista brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.39, n.12, p.2604-2610, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001200007>

PAES, M.C.D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho, Circular Técnica 75, Embrapa, Sete Lagoas, MG, 2006. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgGX8AH/aspectos-fisicos-quimicostecnologicos-grao-milho> Acesso em: 20 dez. 2014

PEREIRA, J.L.A.R.; VON PINHO, R.G.; FILHO, A.X.S.; FONSECA, R.G.; SANTO, A.O. Influência das características qualitativas dos componentes da planta de milho na degradabilidade da matéria seca da planta inteira. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.10, n.2, p. 158-170, 2011.
<https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v10n2p158-170>

PIOVESAN, V.; OLIVEIRA, V.; GEWEHR, C.E. Milhos com diferentes texturas de endosperma e adição de alfa-amilase na dieta de leitões. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.11, p.2014-2019, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000134>

REIS, E. M.; CASA, R. T.; BRESOLIN, A. C. R. **Manual de diagnose e controle de doenças do milho**. Lages: Graphel, 2004.

REIS, W.; MEIRELLES, P.R.L.; SILVA, M.G.B.; FACTORI, M.A.; PARIZ, C.M.; MENDONÇA, S.A.; SANTANA, E.A.R. Degradabilidade de amido de grãos secos e ensilados de híbridos de milho com textura dura e dentada em função do grau de

moagem. **Boletim da Industria Animal**, Nova Odessa, v.68, n.2, p.139-149, 2011.
<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/137053?show=full>

ROSA, J. C. ; Faria, M.V. ; ZALUSKI, W. L. ; UHDRE, R. S. ; ANDREOLI, P. H. W. ; SAGAE, V. S. Combining ability and genetic divergence in the selection of testers regarding grain yield and forage potencial in maize topcrosses. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 52, n. 3, 2021. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20210046>

SANTOS, R.D.; PEREIRA, L.G.R.; NEVES, A.L.A.; AZEVÊVEDO, A.G.; MORAES, S.A.; COSTA, C.T.F. Características agronômicas de variedades de milho para produção de silagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá Pr, v. 32, n. 4, p. 367-373, 2011. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v32i4.9299>

SANTOS, A.O. **Características agronômicas e degradação de grãos e da planta de milho em diferentes épocas de semeadura e de maturidade**. 2012. 61p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais. 2012.

Silva, M. R. H.; Jobim, C. C.; Neumann, M. and Osmari, M. P. Substitution of dry corn grain by rehydrated and ensiled corn grain, finely or coarsely ground, on performance of young bulls finished in feedlot. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa. v.51, 2022.
<https://doi.org/10.37496/rbz5120200160>

SILVA, C. A. DA, FARIA, M. V., PAIVA, E. A. P., ZALUSKI, W. L., GAVA, E., MARCK, D. F. D., MENDES, M. C., & NEUMANN, M. Selection of S3 progenies of forage maize based on topcrosses with different testers. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v.43, n.1,2021. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v43i1.51223>

SILVEIRA, J.P.F.; TOSETI, L. B.; TIERZO, V.L.; MELO, V.F.P.; JÚNIOR, P.P.; SILVEIRA, T.F.; BERGAMASCHINE, A.F.; COSTA, C.; MEIRELLES, P.R.L. Consumo e digestibilidade total da silagem de milho processada mecanicamente **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.70, n.1, p.53-58, 2013.
<http://dx.doi.org/10.17523/bia.v70n1p53>

SOUZA, A. M.; NEUMANN, M.; RAMPIM, L.; ALMEIDA, E. R.; MATCHULA, A. F.; CRISTO, F. B. , FARIA, M. V. Effect of storage time on the chemical composition of whole and grainless corn plant silage harvested at different maturity stages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Belo Horizonte, v.5, 2022.
<https://doi.org/10.37496/rbz5120200180>

SOUZA NETO, I.L., PINTO, R.J.B., SCAPIM, C.A., JOBIM, C.C., FIGUEIREDO, A.S.T., BIGNOTTO, L.S. Análise dialélica e depressão endogâmica de híbridos forrageiros de milho para características agronômicas e de qualidade bromatológica. **Bragantia**, Campinas, v.74, n. 1, p.42-49, 2015 <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0315>

STORCK , L.; FILHO, A. C.; LOPES S. J.; TOEBE, M.; SILVEIRA, T. R. Duração do subperíodo semeadura-florescimento, crescimento e produtividade de grãos de milho em condições climáticas contrastantes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete

Lagoas, v.8 n.1, p. 27-39, 2009. DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v8n01p%25p>

VIEIRA, V.C.; MARTIN, T.N.; MENEZES, L.F.G.; ORTIZ, S.; BERTONCELLI, P.; STORCK, L. Caracterização bromatológica de silagens de milho de genótipos super precoce. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.11, p.1925-1931, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013001100001>

VON PINHO, R.G.; VASCONCELOS, R.C.; BORGES, I. D.; RESENDE, A.V. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.2, p.235-245, 2007 <https://doi.org/10.1590/S0006-87052007000200007>

ZOPOLLATTO, M. Produtividade, composição morfológica e valor nutritivo de cultivares de milho (*Zea mays* L.) para produção de silagem sob os efeitos da maturidade. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – 2007, 228 p. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros, USP, Piracicaba, 2007.

ZOPOLLATTO, M.; NUSSIO, L.G.; MARI, L.J.; SCHMIDT, P.; DUARTE, A.P.; MOURÃO, G.B. Alterações na composição morfológica em função do estágio de maturação em cultivares de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.452-461, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000300008>

ZUCARELI, C.; FILHO, A.C.A.C.; GONÇASVES, M.S.; OLIVEIRA, M.A. Acúmulo de graus dias, ciclo de produtividade de milho de segunda safra na região de Londrina - PR. In XXVII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia, 2010. <https://docplayer.com.br/39546485-Acumulo-de-graus-dias-ciclo-e-produtividade-de-cultivares-de-milho-de-segunda-safra-para-a-regiao-de-londrina-pr.html>