

CRECIMENTO INICIAL DE SEIS HÍBRIDOS DE MILHO IRRIGADO COM DOSES DE NITROGÊNIO

A. C. Sanches¹, R. G. Maffei², F. L. F. de Jesus³ D. P. de Souza⁴,
F. C. Mendonça⁵, P. J. Catto⁶

RESUMO: O milho tem rápido crescimento inicial sombreando o solo nas primeiras semanas de seu desenvolvimento, no entanto, pode ser influenciado diretamente pela adubação e características genéticas. Assim, o trabalho foi conduzido no período de novembro a dezembro de 2016, em área experimental da ESALQ/USP, localizada no município de Piracicaba, a noroeste da capital de São Paulo, com o objetivo de avaliar o crescimento inicial de seis híbridos de milho irrigado com diferentes doses nitrogenadas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial, com 4 repetições. O fator um considerado foi a variável quantitativa tempo, o fator dois foram os híbridos de milho e o fator três as doses de nitrogênio. A cada 8 dias foram avaliadas as alturas dos híbridos em 5 fases diferentes. As doses foram constituídas de: 0 kg ha⁻¹, 60 kg ha⁻¹, 120 kg ha⁻¹, e 180 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Os Híbridos utilizados foram: Dow 2B587, Dekalb 175 Pro, Pioneer 30F53VYHR, Dow 2B587 PW, Dow 2B633PW C4M Cruiser e Santa Helena SHS7930 PRO2. Ocorreu interação significativa entre a variável tempo e híbridos de milho. A interação tripla entre os fatores não foi significativa. A altura de plantas dos milhos apresentaram crescimento linear em função das doses nitrogenadas. O fator tempo foi significativo para regressão linear e quadrática a 1% de probabilidade. O Híbrido da Pioneer apresentou maior altura aos 32 dias após a emergência (DAE) com 108,6 cm. Aos 40 DAE, O híbrido Dow 2B587 apresentou o menor desenvolvimento com altura de 110,4 cm, os melhores resultados encontrados foram para Santa Helena, Dekalb e Pioneer com 151,6 cm, 144,7 cm, e 141,2 cm; respectivamente, pelo teste de Tukey (0,01 ≤ p < 0,05).

PALAVRAS-CHAVE: irrigação localizada, altura, *Zea mays*, adubação

INITIAL GROWTH OF SIX MAIZE IRRIGATED HYBRIDS WITH NITROGEN DOSES

¹ Engenheiro Agrônomo, doutorando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ/USP, arthur_carniato@hotmail.com,

² Acadêmico do curso de Agronomia, ESALQ/USP, rodolfo.guertas.maffei@hotmail.com;

³ Eng. Agrícola, doutoranda em Engenharia de Sistemas Agrícola, ESALQ/USP, lamede10@yahoo.com.br;

⁴ Doutoranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ/USP, dpdsouza@usp.br;

⁵ Professor Doutor, ESALQ/USP, fcmendon@gmail.com;

⁶ Acadêmico do curso de Agronomia, ESALQ/USP, pedro.catto@usp.br.

ABSTRACT: Corn has rapid initial growth shading the soil in the first weeks of its development, however, can be directly influenced by fertilization and genetic characteristics. Thus, the work was conducted from November to December 2016, in an experimental area of ESALQ/USP, located in the city of Piracicaba, northwest of the capital of São Paulo, with the objective of evaluating the initial growth of six maize hybrids with different nitrogen doses. The experimental design was in randomized blocks in a factorial scheme, with four replicates. The one factor considered was the quantitative time variable, the factor two were the hybrids of corn and the factor three the nitrogen doses. Every eight days the heights of the hybrids were evaluated in five different phases. The doses consisted of: 0 kg ha⁻¹, 60 kg ha⁻¹, 120 kg ha⁻¹, e 180 kg ha⁻¹ nitrogen. The hybrids used were: Dow 2B587, DeKalb 175 Pro, Pioneer 30F53VYHR, Dow 2B587 PW, Dow 2B633PW C4M Cruiser and Santa Helena SHS7930 PRO2. There was significant interaction between the various time and maize hybrids. The triple interaction between the factors was not significant. The plant height of the corn showed linear growth as a function of the nitrogen doses. The time factor was significant for linear and quadratic regression at 1% probability. The Pioneer Hybrid presented a greater height at 32 days after emergence (DAE) with 108.6 cm. At 40 DAE, the Dow 2B587 hybrid showed the smallest development with a height of 110.4 cm, the best results were for Santa Helena, Dekalb and Pioneer with 151.6 cm, 144.7 cm and 141,2 cm; respectively, by the Tukey's test (0.01 ≤ p < 0.05).

KEYWORDS: Drip irrigation, height, *Zea mays*, fertilization

INTRODUÇÃO

O milho é uma das culturas mais importantes no mundo e, embora o Brasil seja o terceiro maior produtor mundial, não se destaca da mesma forma quanto à produtividade (LIMA; ALVAREZ; CONTARDI, 2016). Os fatores de construção dessa produtividade são os que aumentam o rendimento de grãos, destacando-se: o genético (Híbridos) e a fertilidade do solo, nutrição e adubação (LUJAN et al., 2015).

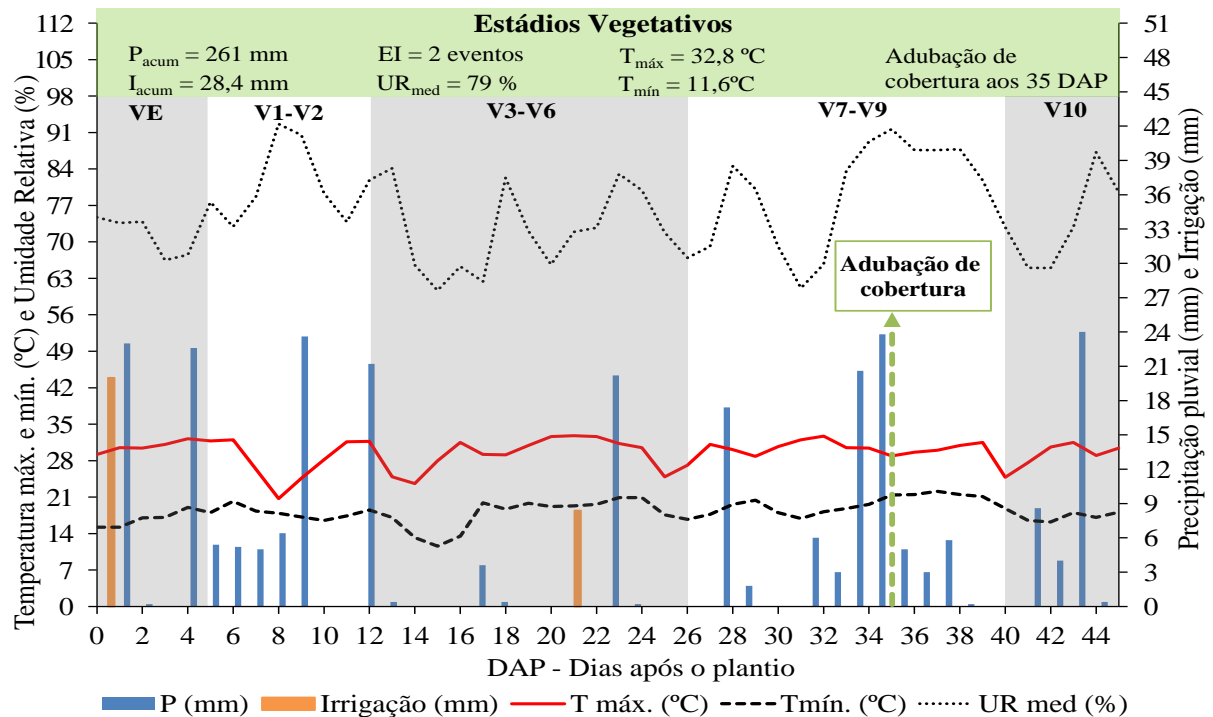
A crescente demanda por fertilizantes nitrogenados e a preocupação com possíveis perdas e contaminação do ambiente impulsionam a busca pela maior eficiência da aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho (SILVA et al., 2015). Sendo que a adubação nitrogenada assim como a densidade de plantas estimula maior crescimento e até mesmo o estiolamento de plantas de milho (SANGOI et al., 2002).

Com a maior altura de plantas ocorre acréscimos na altura de inserção da espiga, podendo resultar em maior massa da espiga (GUEDES et al., 2017). Assim como, a altura de plantas é dependente do material genético, apresentando uma grande variação entre 2,10 a 3,00 m de altura (SANGOI et al., 2002; SILVA et al., 2015; LIMA; ALVAREZ; CONTARDI, 2016; GUEDES et al., 2017; NEUMANN et al., 2017).

O experimento teve por objetivo avaliar o crescimento inicial de 6 híbridos de milho, comparando as diferentes alturas apresentadas entre os híbridos de milho em função das doses nitrogenadas aplicadas sob cobertura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Piracicaba-SP, em área experimental situada no *campus* da ESALQ/USP (Latitude 22° 42' sul e Longitude 47° 38' Oeste, com altitude 546 m) de novembro de 2016 à março de 2017. O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwa - Subtropical de Altitude, com verões quentes, geadas pouco frequentes e concentração das chuvas nos meses de verão (KOTTEK et al., 2006). Os valores de precipitação pluvial (mm) e irrigações (mm), temperatura máxima e mínima (°C) e umidade relativa do ar, decorridos no período experimental são apresentados na Figura 1.



Legenda: P = precipitação; T máx. = temperatura máxima; T mín. = temperatura mínima; UR med = Umidade relativa média; Pacum = chuva acumulada; Iacum = irrigação acumulada; EI = eventos de irrigação.

Figura 1. Valores de Temperatura máxima e mínima (°C), Umidade relativa (%), Precipitação pluvial (mm) e irrigação (mm), Piracicaba-SP, 2016.

O solo da região é classificado como Nitossolo Vermelho eutroférico latossólico (SANTOS et al., 2013). Após o preparo convencional do solo, a correção de pH e a adubação de fundação foram realizadas conforme Raij (1997) a partir dos resultados da análise química e granulométrica do solo (Tabela 1)

Tabela 1. Análise química e granulométrica do solo da área experimental na camada de 0 – 20 cm, 20 – 40 cm. Piracicaba/SP, 2015.

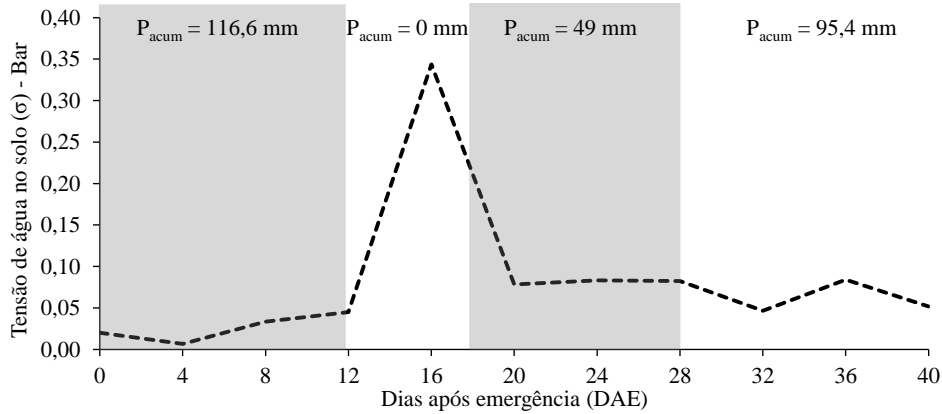
Camada (cm)	pH CaCl ₂	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC cmolc dm ⁻³	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)
0 – 20	5,3	72	0,94	3,9	1,8	3,1	0,2	9,74	35,7	19,2	45,1
20 – 40	4,9	31	0,44	1,3	1,0	4,2	0,2	6,94	29,3	18,7	52,0

P = fósforo; K = potássio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; H+Al = acidez potencial; Al = alumínio trocável; CTC = complexo de troca catiônica.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em esquema fatorial, sendo, o fator 1 híbridos de milho (em um total de seis) e o fator 2 doses de nitrogênio (0, 60, 120 e 180 Kg ha⁻¹ de N⁻¹), com 4 repetições. O experimento constou de 96 parcelas experimentais com 3,2 por 3,85 m iguais a 12,32 m² cada, totalizando 1182,72 m². Foram utilizados os Híbridos DOW 2B587 (H1), DEKALB 175 Pro (H2), PIONEER 30F53VYHR (H3), DOW 2B587 PW (H4), DOW 2B633PW C4M CRUISER (H5) e Santa Helena SHS7930 PRO2 (H6).

O experimento foi semeado em 05 de novembro de 2016, com adubação de plantio da formulação 0-14-14 (N, P₂O₅, K₂O) aplicando-se 400 kg ha⁻¹. A adubação de cobertura foi realizada com as doses nitrogenadas para cada tratamento em 10 de dezembro de 2016. Os tratos culturais constaram de apenas 2 capinas manuais.

As parcelas foram irrigadas por meio de fitas gotejadoras, com três linhas por parcela entre as fileiras de plantas. O manejo da irrigação foi realizado por meio de 6 tensiômetros instalados a 0,20 m de profundidade. A média das leituras de tensão de água foram coletadas a cada 4 dias com posterior irrigação quando o mesmo atingia 10 kPa segundo (ANDRADE; STONE, 2011). Os valores da tensão de água no solo durante o ciclo experimental estão na figura 2 com média tensão ao longo do experimento de 0,08 Bar, evidenciando o alto valor acumulado de precipitação pluvial.



Legenda: P_{acum} = precipitação pluvial acumulada.

Figura 2. Valores médios de tensão de água no solo para o experimento do milho em Piracicaba-SP, 2016.

Realizou-se uma irrigação de 20 mm de estabelecimento para germinação do milho. Desta forma, a lâmina de irrigação (LI) a ser aplicada foi determinada pela diferença entre a umidade volumétrica na capacidade de campo (θ_{cc}) e a umidade volumétrica atual (θ_i), multiplicada pela profundidade efetiva da raiz (Z), igual 400 mm. A umidade à capacidade de campo (θ_{cc}) foi considerada como a umidade correspondente ao valor de $\Psi_m = 0,06$ bar (ANDRADE; STONE, 2011). Os valores de θ_i foram estimados por meio da curva de retenção de água no solo, obtida com o auxílio de extrator de Richards no Laboratório de Solos e Qualidade da Água da ESALQ/USP e ajustada pela equação abaixo (VAN GENUCHTEN, 1980):

$$\theta_i = 0,268 + \left[\frac{(0,4934 - 0,2938)}{[1 + (0,113\Psi_m)^{1,3211}]^{0,2431}} \right]; (R^2=1,00 \text{ e } P<0,01)$$

Em que:

θ_i = umidade volumétrica atual ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$)

Ψ_m = potencial matricial atual de água no solo (bar).

A lâmina de irrigação acumulada no período experimental foi de 28,4 mm distribuídos em 2 eventos de irrigação (Figura 1). Também, no respectivo período houve precipitação pluvial acumulada de 261 mm, bem distribuídos durante todo o período vegetativo aos 45 dias após o plantio (VE até V10).

As avaliações de crescimento foram realizadas a cada 8 dias iniciando após a emergência no dia 10 de novembro a 0 dias após emergência (DAE). Posteriormente, feitas avaliações aos 8 DAE (18/11/2016), 16 DAE (26/11/2016), 24 DAE (04/12/2016), 32 DAE (12/12/2016) e 40 DAE (20/12/2016). Foram avaliados, a altura de plantas (AP) e gerados as curvas de crescimento dos tratamentos avaliados.

Os dados experimentais foram submetidos a análise de variância pelo teste fatorial a 5% de probabilidade e quando constatadas diferenças significativas utilizou-se do Teste de Tukey

para o fator Híbridos e análise de regressão para o fator doses de nitrogênio. O software utilizado foi o Assistat 7.7 beta (FRANCISCO; CARLOS, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura de plantas (AP) apresentou resultado significativo em função das doses nitrogenadas com crescimento linear ($AP = 55,67 + 0,0251 \cdot \text{Doses de N}$; $p > 0,01$). O Híbrido 6 apresentou a maior altura aos 40 DAE seguido pelos Híbridos H3 e H2 conforme Tabela 2.

Tabela 2. Dados médios de altura de plantas (cm) para os híbridos durante o ciclo experimental, Piracicaba-SP, 2016.

	Altura de plantas dos Híbridos de milho (cm)						MG
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	
8 DAE	9,33 A	8,77 A	10,69 A	9,13 A	8,75 A	9,73 A	9,4
16 DAE	22,88 A	20,38 A	25,19 A	21,19 A	19,69 A	21,59 A	21,8
24 DAE	40,44 A	36,19 A	44,66 A	41,68 A	36,81 A	41,19 A	40,1
32 DAE	78,25 B	75,19 B	108,6 A	82,63 B	72,63 B	84,25 B	83,5
40 DAE	110,4 D	144,7 AB	141,2 ABC	132,7 BC	127,4 CD	151,6 A	134,7
MG	52,23 C	57,04 BC	66,06 A	57,46 BC	53,06 C	61,67 AB	57,9

Neumann et al. (2017) observaram relação direta da altura com produção de biomassa em estudo com 6 híbridos de milho, onde, os híbridos com altura final apresentaram as maiores produções. Neste caso, o rápido crescimento inicial dos híbridos H6, H2 e H3 podem contribuir em resultados positivos no final do ciclo. Portanto, a altura é um parâmetro que precocemente pode servir na avaliação de híbridos de milho.

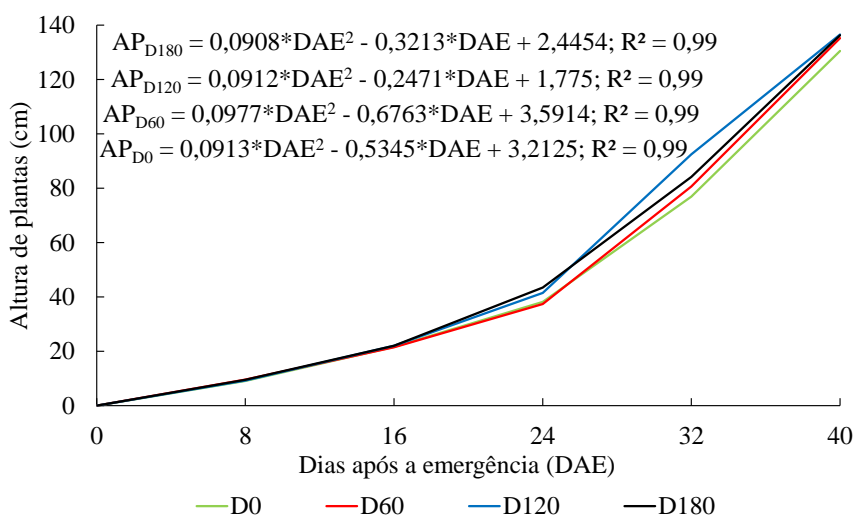
As curvas de crescimento não apresentaram resultados significativos em relação as doses (Figura 3). Diferentemente, em trabalho com os Híbridos DKB 390 YG e DKB 390 PRO em diferentes dosagens de nitrogênio (0, 30, 60 e 90 Kg ha⁻¹) a altura de plantas mostrou resultados significativos em função das doses, no entanto, a altura foi observada ao final do ciclo que pode ter sido favorecido pelo maior acúmulo de dias.

Não foi possível observar uma grande variação em função das doses nitrogenadas, pois, até o momento de 40 dias após a emergência havia 15 dias em que o nitrogênio tinha sido aplicado. No entanto, é possível observa pequenas variações iniciais entre os 32 e 40 DAE. Ainda, Guedes et al. (2017) aponta que a adubação de fundação afeta diretamente a altura de plantas e da espiga, com maior massa verde de espigas e massa verde total.

A adubação nitrogenada foi realizada no dia 10 de dezembro de 2016, ou seja, 36 dias após plantio (realizado no dia 5 de novembro), como observa-se no gráfico até os 16 dias teve-

se pouco variação na altura. Porém, depois do 24º dia nota-se um explosivo crescimento, mesmo os cultivares não estando absorvendo o nitrogênio, proveniente da adubação de cobertura. O fato pode ser explicado pelo estudo de Dourado Neto et al. (2010) realizado em 13 ecossistemas tropicais, em nove países, empregando fertilizantes com nitrogênio marcados radiotivamente (^{15}N) onde mostrou que em media o solo fornece 79% do nitrogênio absorvido pelas plantas, enquanto os adubos apenas 21%. Portanto, o N ainda não estava disponível na forma de NO_3^- ou NH_4^+ .

O milho é uma planta C4 que não satura-se com luminosidade, sendo eficiente no aproveitamento da luz na fotossíntese, no entanto há inúmeros fatores que afetam o aproveitamento dos foto assimilados para ganho de matéria seca (MS) ou seja fatores fisiológicos e de condições intrínsecas e ecológicas. De modo geral, que qualquer condição externa a planta pode vir a comprometer a fotossíntese e a assimilação de carboidratos na produção de MS, como por exemplo, algum micro ou macronutriente dos quais não fizeram parte do estudo.



Legenda: D0 = 0 kg ha⁻¹ de N; D60 = 60 kg ha⁻¹ de N; D120 = 120 kg ha⁻¹ de N; D180 = 180 kg ha⁻¹ de N.

Figura 3. Curvas médias de crescimento em função das doses nitrogenadas, Piracicaba-SP, 2016.

CONCLUSÃO

1. Os híbridos 2, 3 e 6 apresentaram a maior altura aos 40 DAE, com alturas de 151,6; 144,7 e 141,2, respectivamente.
2. O nitrogênio não apresentou resultados significativos com relação a altura até os 40 DAE. A avaliação precoce de altura do milho não foi suficiente para obter resultados expressivos com altura em função das doses.

3. Estudos mais aprofundados envolvendo outros nutrientes e até mesmo período mais longo do ciclo da cultura são necessários para uma maior compreensão das respostas fisiológicas do milho às condições edáficas e climáticas.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP pelo auxílio financeiro do processo 23.002-6/2012 concedido à execução do projeto.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. D. S.; STONE, L. F. Estimativa da umidade na capacidade de campo em solos sob Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 2, p. 111–116, 2011.
- DOURADO-NETO, D.; POWLSON, D.; BAKAR, R. A.; BACCHI, O. O. S.; BASANTA, M. D. V.; KEERTHISINGHE, G.; ISMAILI, M.; RAHMAN, S. M.; REICHARDT, K.; SAFWAT, M. S. A.; SANGAKKARA, R. Multiseason recoveries of organic and inorganic nitrogen-15 in tropical cropping systems. **Soil Science Society of America Journal**, v. 74, n. 1, 139-152, 2010.
- FRANCISCO, de A. S. e S.; CARLOS, A. V. de A. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733–3740, 29 set. 2016.
- GUEDES, B. R.; DAMACENO, Y. R. P.; PINTO, A. A.; SANTOS, S. L. L. dos; CAMARA, F. T. da. Produtividade de massa verde de milho transgênico em função da adubação em regime de sequeiro no Cariri-CE. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 15, n. 1, p. 1–9, 2017.
- KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, n. 3, p. 259–263, 2006.
- LIMA, S. F. de; ALVAREZ, R. de C. F.; CONTARDI, L. M. Influence of row spacing on agronomic parameters features and dry matter accumulation of maize hybrids. **Ambiência**, v. 12, n. 4, p. 1027–1039, 2016.
- LUJAN, D. W.; MULLER, A. L.; SIBALDELLI, R. N. R.; AMARAL, H. F.; FERREIRA, R. C. Influência de níveis tecnológicos no rendimento de grãos de diferentes híbridos comerciais de milho em um Latossolo Vermelho Distroférrico. **Global Science and Technology**, v. 8, n.

1, p. 79–86, 2015.

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**, v. 66, n. 253, p. 51–58, 2017.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L. De; GRACIETTI, M. A.; BIANCHET, P.; HORN, D. Sustentabilidade do colmo em híbridos de milho de diferentes épocas de cultivo em função da densidade de plantas. **Revistas de Ciências Agroveterinárias**, v. 1, n. 2, p. 1–10, 2002.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. Á. D.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. [s.l: s.n.]

SILVA, A. G. da; DUARTE, A. P.; PIEDADE, R. de C.; COSTA, H. P.; MEIRELES, K. G. C.; BORGES, L. P. INOCULAÇÃO DE SEMENTES DE MILHO SAFRINHA COM *Azospirillum* E APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM COBERTURA. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 14, n. 3, p. 358–370, 2015.

VAN GENUCHTEN, M. T. **A Closed-form Equation for Predicting the Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soils** *Soil Science Society of America Journal*, 1980.