

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**RESPOSTA DO TAMANHO DE SEMENTE, PROFUNDIDADE DE
SEMEADURA E DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO CRESCIMENTO
INICIAL DO MILHO**

CELI SANTANA SILVA

CASSILÂNDIA – MS

Fevereiro/2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**RESPOSTA DO TAMANHO DE SEMENTE, PROFUNDIDADE DE
SEMEADURA E DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO CRESCIMENTO
INICIAL DO MILHO**

CELI SANTANA SILVA

Orientador: **Prof. Dr. Tiago Zoz**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia - Sustentabilidade na Agricultura.

CASSILÂNDIA – MS

Fevereiro/2018

S579t Silva, Celi Santana

Tamanho de semente, profundidade de semeadura e disponibilidade hídrica no crescimento inicial do milho / Celi Santana Silva. Cassilândia, MS: UEMS, 2018.

VI, 25p. ; 30cm.

Dissertação (Mestrado) – Agronomia – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Zoz.

1. Zea mays 2. Restrição hídrica 3. Emergência 4. Germinação

CDD 23.ed. 631.521



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE NA AGRICULTURA-
PGAC



“RESPOSTA DO TAMANHO DE SEMENTE, PROFUNDIDADE DE
SEMEADURA E DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO CRESCIMENTO
INICIAL DO MILHO”

Acadêmico(a): Celi Santana Silva

Orientador(a): Tiago Zoz

APROVADO: 28/02/2018

Tiago Zoz
Orientador(a)

Edilson Costa

Eliana Duarte Cardoso

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Jesus Cristo, por me amparar nos momentos difíceis, me dar forças para superar as dificuldades, mostrar os caminhos nos momentos indecisos e suprir todas as minhas necessidades.

Ao Professor Doutor Tiago Zoz, pelo exemplo de vida, profissionalismo, pelos conselhos de pai que vou levar pela vida toda, pela excelente orientação, e por ter estado ao meu lado em todos os momentos difíceis nesta caminhada.

Á toda equipe que se empenhou ao máximo em todos os trabalhos realizados, sem medir esforços, (Agner de Freitas Andrade, André Zoz, Arnaldo Cintra Limede, Camilla Paulino de Oliveira, Carlos Eduardo da Silva Oliveira, Gabriel Zanuto Douradinho, Guilherme Bortolazzo, Jardel Zoz e Tiago Zoz).

Á toda minha família, em especial aos meus pais pela maior herança que medaram “Educação”, pelo apoio de sempre, pelo amor, carinho e incentivo em mais uma etapa de minha vida.

Ao professor Doutor Fábio Steiner, pelo exemplo de vida e ensinamentos que me inspirou muito a chegar até aqui.

Ao professor Doutor Sérgio Roberto Rodrigues, pela amizade, apoio e confiança no decorrer do mestrado.

Á funcionária tia Olivia, que me ensinou muito com sua humildade.

Á Silvia Franco Spirandeli e Kleber Spirandeli, pelas orações incansáveis e conselhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Jesus Cristo pela vida e possibilidade de me empreender neste caminho evolutivo, pela presença constante, amparando-me, vigiando-me e guiando-me.

Ao professor Doutor Tiago Zoz e toda sua família, por todos os ensinamentos e pela amizade.

Aos meus amigos da república e mestrado que fiz neste período, (Caio César Burin, Darío Rocha Pimenta, Danilo Flóride (Bachero), Murilo Alcazas, João Vitor Resende, Mateus Guaxa, Pedro Sepulveda, Fernando Moraes, Fernando Lourenço, Elijanara Raissa, Rita de Cássia, Julia Tostes, Bárbara Dias, Marcelo (Didi), Jéssica Velasco, Agner Freitas Andrade, André Zoz, Jardel Zoz, Solange Romanini e Tia Helena).

Ao coorientador Doutor Alan Mario Zuffo por todo apoio neste período evolutivo.

Ao Silvio José Franco e Anaédina Alves Franco por todo apoio e carinho de pais que me deram desde o período em que me graduei.

A todo pessoal e amigos da igreja avivamento bíblico de Cassilândia.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VI
RESUMO GERAL	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	3
1.1. Cultura do milho.....	3
1.2. Deficiência hídrica - estabelecimento de estande e crescimento inicial das plantas....	3
1.3. Tamanho de Semente – estabelecimento de estande e crescimento inicial das plantas	4
1.4. Profundidade de semeadura – estabelecimento de estandes e crescimento inicial de plantas.....	5
1.5. Referências bibliográficas	6
CAPITULO 2. RESPOSTA DO TAMANHO DE SEMENTE, PROFUNDIDADE DE SEMEADURA E DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO CRESCIMENTO INICIAL DO MILHO	10
2.1 Introdução.....	11
2.2 Material e Métodos.....	12
2.3 Resultados e Discussão	16
2.4 Conclusões.....	24
2.5 Referências Bibliográficas	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Massa de 100 sementes (M100), grau de umidade (GRU), primeira contagem de germinação (PCG) e porcentagem de germinação de sementes (GERM) de milho do cultivar AL Avaré antes da implantação do experimento.....	13
Tabela 2. Resumo da análise de variância para índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), porcentagem de emergência (EMER), altura de planta (ALT), diâmetro do colmo (DIAM), massa seca de folhas (MSF), área foliar (AF), massa seca do colmo (MSC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR) e massa seca total (MSTO) de plantas de milho originadas a partir de sementes com diferentes tamanhos semeadas em diferentes profundidades em solo com dois níveis de disponibilidade hídrica.	136
Tabela 3. Índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) e porcentagem de emergência (EMER) de plântulas de milho semeadas em diferentes profundidades em solo com dois níveis de disponibilidade hídrica.	137
Tabela 4. Tempo médio de emergência de plântulas de milho originadas a partir de sementes com diferentes tamanhos semeadas em solo com dois níveis de disponibilidade hídrica.....	139
<u>Tabela 5.</u> <u>Diâmetro do colmo (DIAM), massa seca de folhas (MSF) e área foliar (AF) de plantas de milho semeadas em diferentes profundidades em solo com dois níveis de disponibilidade hídrica.</u>	19
Tabela 6. Massa seca do colmo (MSC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR) e massa seca total (MSTO) de plantas de milho semeadas em diferentes profundidades em solo com dois níveis de disponibilidade hídrica.	21
Tabela 7. Altura de plantas de milho semeadas em diferentes profundidades.	22
Tabela 8. Área foliar (AF), massa seca de folhas (MSF), massa seca de colmo (MSC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR) e massa seca total (MSTO) de plantas de milho originadas a partir de sementes com diferentes tamanhos.....	23

RESUMO GERAL

A formação do estande na cultura do milho pode ser afetada pelo tamanho das sementes, profundidade de semeadura e a umidade do solo. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o tamanho de sementes, a profundidade de semeadura e a condições de disponibilidade hídrica do solo na emergência e no crescimento inicial de plantas de milho. O experimento foi conduzido sob cultivo protegido, em delineamento experimental de blocos ao acaso, disposto em esquema fatorial 4 x 2 x 2, sendo constituído de quatro profundidades de semeadura (3, 6, 9 e 12cm), dois níveis de disponibilidade hídrica do solo (25% e 75% da capacidade de vaso) e, dois tamanhos de semente cultivar AL Avaré (peneiras 20C (curta) e 24L (longa)), com quatro repetições. Após a semeadura, foi realizada diariamente a contagem de plântulas emergidas em cada vaso e, a partir dos dados obtidos foram estimados os seguintes parâmetros: Emergência, Índice de velocidade de emergência, Tempo médio de emergência, diâmetro do colmo, Altura de planta, Massa seca de folhas, massa seca do colmo, massa seca do sistema radicular, massa seca da parte aérea, massa seca total e área foliar. Em condições de disponibilidade hídrica do solo, realizar a semeadura nas profundidades entre 3 e 9 cm é ideal. Em condições de baixa disponibilidade hídrica, recomenda-se fazer a semeadura com 3 cm de profundidade. O tamanho da semente não influencia a emergência de plântulas de milho independente das condições hídricas do solo e da profundidade de semeadura. Sementes maiores originam plantas com maior vigor.

Palavras chave: *Zea mays*; Restrição hídrica; Emergência; Germinação.

REPLY OF SEED SIZE, DEPTH OF SOWING AND WATER AVAILABILITY IN INITIAL GROWTH OF CORN. Cassilândia, 2018. 32p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Sustentabilidade na Agricultura) – Unidade Universitária de Cassilândia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.

Author: CELI SANTANA SILVA

Adviser: TIAGO ZOZ

ABSTRACT

The formation of the plant stand on maize crop can be affected by seed size, seeding depth, and soil moisture. Considering the above, the objective of this work was to evaluate seed size, sowing depth and water availability conditions in the emergence and initial growth of corn plants. The experiment was conducted under protected cultivation, in a randomized complete block design, arranged in a 4 x 2 x 2 factorial scheme, four seedlings depths (3, 6, 9 and 12cm), two levels of soil water availability (25% and 75% of pot capacity) and two seed sizes cultivar AL Avaré (20C (short) and 24L (long) sieves) with four replications. After sowing, the seedling count was performed daily in each pot and, from the data obtained, the following parameters were estimated: Emergency, Index of emergency speed, Average time of emergency, stem diameter, Plant height, Dry mass of leaves, dry mass of stem, dry mass of the root system, dry shoot mass, total dry mass and leaf. Under conditions of water availability of the soil, it is recommended to perform sowing at depths between 3 and 9 cm. In conditions of low water availability, it is recommended to sow 3 cm depth. Seed size does not influence the emergence of maize seedlings independent of soil water conditions and seeding depth. Larger seeds give rise to more vigorous plants.

Key-words: *Zea mays*; Water restriction; Seedling.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1. Cultura do Milho

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea pertencente à família Poacea e seu centro de origem é no México, na América Central (GALINAT, 1995). É cultivado nas mais diversas altitudes, entre as latitudes 58° norte e 40° sul. No Brasil seu ciclo é bastante variado, podendo ser de 110 a 180 dias (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial, atrás apenas dos EUA e da China. De acordo com os dados da CONAB (2018), no Brasil a cultura é a mais extensamente cultivada, presente em todo território nacional e atingindo aproximadamente 16,42 milhões de hectares, com produção média de 88 milhões de toneladas de grãos na estimativa da safra 2017/2018.

O estabelecimento das plantas no campo, o manejo adequado, à disponibilidade de água, profundidade de semeadura e a qualidade de sementes utilizadas são requisitos básicos para que se alcance alta produção do milho e de quaisquer culturas (KAPPES et al., 2010).

Após a semeadura, fatores essenciais como crescimento inicial, germinação e emergência, em condições normais de campo, as sementes absorvem água e começam a crescer. A radícula é a primeira a se alongar, seguida pelo coleóptilo, com plumula incluída (TAIZ; ZEIGER, 2013). A emergência ocorre de 4 a 5 dias após a semeadura, estando em condições de temperaturas e umidade do ar adequado. Em condições de baixa temperatura e pouca umidade por longos períodos, o mesocótilo para de crescer, a emergência e a plantúla expõe a extremidade do coleóptilo (MAGALHÃES et al., 2002).

Dentre vários fatores, a disponibilidade hídrica, tamanho de semente e profundidade de semeadura é primordial para seu desenvolvimento. A cultura se adapta em regiões cujas precipitações variam de 300 a 5.000 mm anuais, ocasionando uma média durante seu ciclo de aproximadamente 600 mm (ALDRICH et al., 1982).

1.2. Deficiência hídrica

A condição de deficiência hídrica pode ser definida como a ausência de umidade do solo e do ar adequado para que as plantas cresçam e completem seu ciclo (CHAKRABORTY et al., 2015). Pode ser definida também como conteúdo de água abaixo do máximo conteúdo observado na condição de maior hidratação da planta (TAIZ; ZEIGER, 2013). Estas características ocorrem quando o potencial de água no solo permanece bastante baixo por certo tempo, causando inibição da absorção de água pelas plantas (CALVACHE; REICHARDT, 1996).

Algumas características como solos compactados diminuem a taxa de infiltração de água, que causam a diminuição do espaço poroso, implicações sobre a movimentação de água e de gases no seu interior, fatores que danificam o desenvolvimento das raízes das plantas, inibindo a absorção de água (TROGELLO et al., 2012).

O potencial produtivo é prejudicado quando estas são afetadas pela deficiência hídrica, causando alterações na planta, prejudicando o enchimento de grãos (BOMFIM-SILVA et al., 2011). Períodos de seca decorrentes de precipitações pluviométricas irregulares e veranicos comprometem o crescimento inicial e estabelecimento de plântulas, conseqüentemente seu desenvolvimento produtivo (ARAUJO et al., 2011). Por vários aspectos, é natural que a falta de água pode limitar a produção agrícola em todo o mundo.

O desenvolvimento do milho e das demais culturas está diretamente relacionado à captura de recursos dinâmicos como água e luz (YI et al., 2010). Tal dinâmica envolve fatores responsáveis do sistema solo-planta-atmosfera, onde a disponibilidade de água no solo é um dos mais importantes (WAGNER et al., 2013). Fatores estes referentes à disponibilidade hídrica são determinantes para o crescimento inicial do milho (BERGAMASCHI et al., 2006).

Pelo fato da cultura do milho ser altamente exigente em termos de água, a deficiência hídrica afeta diretamente o desenvolvimento da planta, com alterações no crescimento e expansão da área foliar durante os estágios vegetativos, conseqüentemente reduz a taxa fotossintética e acumulação de carboidratos (COSTA et al., 2008; SOUZA et al., 2016). A ocorrência de estresse hídrico durante os diferentes estágios de desenvolvimento da cultura pode reduzir o rendimento final dos grãos (ÇAKIR; 2010).

Na cultura do milho, foi demonstrado que o maior comprimento da raiz e a menor quantidade de raízes laterais levaram ao aumento da tolerância ao déficit hídrico (ALI et al., 2016). Referente à germinação e emergência, por exemplo, pode influenciar diretamente o crescimento inicial e o estabelecimento das plântulas, no que reduz o número de plantas por áreas (MAGALHÃES; DURÃES, 2008).

1.3. Tamanho de Semente

Para que ocorra a distribuição uniforme das sementes no sulco de semeadura e formação de estande adequado, o beneficiamento com auxílio de peneiras de diferentes tamanhos e formatos é de extrema importância ao consumidor na obtenção de produto homogêneo, no que se adapta a regulagem de semeadoras (CARNEIRO et al., 2003).

O tamanho das sementes pode ser considerado indicativo na qualidade fisiológica da mesma (OLIVEIRA et al., 2009). A uniformidade do tamanho é um atributo importante no

que se refere à comercialização, que permitirão a emergência de estandes ajustados, em muitos casos, economia de sementes por unidade de área (GANGUSSÚ et al., 2013).

Em grande parte das vezes sementes maiores possuem maior acúmulo de reservas e o embrião é mais bem formado, acarretando em maior absorção de água, que conseqüentemente, resulta em plântulas mais vigorosas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Sementes pequenas tendem a apresentar valores menores de germinação e vigor em comparação as de tamanhos médios e grandes em consequência da menor quantidade de reserva (TROGELLO et al., 2012).

Para obter um bom crescimento inicial, no desenvolvimento de grãos, a utilização de sementes de boa qualidade é fundamental (BIRUEL et al., 2010). A influência do tamanho das sementes de milho sobre a germinação, o vigor e a produtividade tem sido um fator determinante dentre estes aspectos (ZUCARELI et al., 2014).

Á classificação de sementes de milho por tamanhos estão relacionados como, a variação na uniformidade da própria espiga, onde na região da base formam-se sementes mais pesadas, proporcionalmente seguidas pelas da porção central e apical (STUMM et al., 2016). O comprimento, a largura e a espessura das sementes de milho são características que determinam a variabilidade de tamanho em lotes de sementes, que podem ser separadas por peneiras, dimensionadas por diâmetro e definida pela unidade de medida milímetro ou polegada (BIRUEL et al., 2010). Ainda, as sementes são classificadas em redondas ou achatadas, diferenciando-se em sementes maiores e menores (ANDRADE et al., 1997).

1.4. Profundidade de semeadura

Na obtenção de estabelecimento de estandes e crescimento inicial de plantas visando o êxito de uma cultura são indispensáveis certos cuidados como, porcentagem de emergência de plântulas, população adequada e desenvolvimento da cultura (GROTTA et al., 2008). A temperatura, umidade, oxigênio e profundidade são fatores essenciais no processo de emergência e, a profundidade se caracteriza de extrema importância, que resulta no estande final da lavoura (SANGOI et al., 2004).

Aspecto como profundidade de semeadura apresenta grande importância agrônômica, determinantes na capacidade de emergir e produzir plântulas, variando-se em diferentes espécies de culturas (LABONIA et al., 2009). Sementes de características com menor reserva nutritiva, são influenciadas referentes à profundidade em que são semeadas, sendo que em menores profundidades tendem a emergir rapidamente. Fatores esses estão ligados à luminosidade, que são responsáveis e que favorece o estímulo da emergência (CANNOSA et

al., 2007). Ao aprofundar a semeadura de sementes, dependendo da espécie e tamanho, haverá maior necessidade de luminosidade.

A profundidade de deposição de sementes de milho é um dos fatores que está ligado ao crescimento inicial e o estabelecimento das plântulas, no que se refere ao desenvolvimento da cultura. Geralmente são semeadas em profundidades de 3 a 7 cm, que em média é utilizado a profundidade de 5 cm (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

Ao semear as sementes em profundidades excessivas, maior do que 7 cm proporcionalmente, haverá prejuízos na emergência, decorrente do maior gasto de energia da plântula refletindo no vigor inicial da cultura e na interferência na velocidade de emergência (SILVA et al., 2015; BOTTEGA et al., 2014).

1.5. Referências bibliográficas

ALDRICH, S. R.; SCOTT, W. O.; LENG, E. R. **Modern corn production**. 2.ed. Champaign: A & L Publication, 1982. 371 p.

ALI, M. L.; LUETCHENS, J.; SINGH, A.; SHAVER, T. M.; KRUGER, G. R.; LORENZ, A. J. Greenhouse screening of maize genotypes for deep root mass and related root traits and their association with grain yield under water-deficit conditions in the field. **Euphytica**, v.207, p.79-94, 2016.

ANDRADE, R. V.; ANDREOLI, C.; BORBA, C. S.; AZEVEDO, J. T.; NETTO, D. A. M.; OLIVEIRA, A. C. Efeito da forma e do tamanho de semente no desempenho de dois genótipos de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília-DF, v. 19, n. 1, p. 62-65, 1997.

ARAUJO, G. L.; REIS, E. F.; MORAES, W. B.; GARCIA, G. O.; NAZÁRIO, A. A. Influência do déficit hídrico no desenvolvimento inicial de duas culturas de café conilon. **Irriga**, Botucatu-SP, v. 16, n. 2, p. 115-124, 2011.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; COMIRAN, F. BERGONCI, J. I. MÜLLER, A. G.; FRANÇA, S.; SANTOS, A. O.; RADIN, B.; BIANCHI, C. A. M.; PEREIRA, P. G. Déficit hídrico e produtividade na cultura milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 41, n. 2, p. 243-249, 2006.

BIRUEL, R. P.; PAULA, R. C.; DE PAULA, R. C.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de *Caesalpinia leostachya* (Benth.) Ducke (Pau-Ferro) classificadas pelo tamanho e pela forma. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 34, n. 2, p. 197-204, 2010.

BOMFIM-SILVA, E. M.; DA SILVA, T. J. A.; CABRAL, C. E. A.; KROTH, B. E.; REZENDE, D. Desenvolvimento de gramíneas submetido ao estresse hídrico. **Revista Caatinga**, Mossoró-RN, v. 24, n. 2, p. 180-186, 2011.

BOTTEGA, E. L.; BRAIDO, R.; PIAZZETTA, H. V. L.; NETO, A. M. O.; GUERRA, N. Efeitos da profundidade e velocidade de semeadura na implantação da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Pernambuco**, Recife-PE, v. 19, n. 2, 74-78, 2014.

CALVACHE, M.; REICHARDT, K. Water deficit imposed by partial irrigation at different growth stages for common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In **IAEA TECDOC 888, Nuclear Techniques to Assess Irrigation Schedules for Field Crop**. p.63-72, 1996.

CANOSSA, R. S.; OLIVEIRA, J. R. R. S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; ALONSO, D. G.; FRANCHINI, L. H. M. Profundidade de semeadura afetando a emergência de plântulas *Alternanthera tenella*. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 25, n. 4, p. 719-725, 2007.

CARNEIRO, J. W. P.; GUEDES, T. A.; AMARAL, D. . Vigor de sementes: uma abordagem biométrica. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 13, n.3, p. 289-289, 2003.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CHAKRABORTY, K.; SINGH, A. L.; KALARIYA, K. A.; GOSWAMI, N.; ZALA, P. V. Physiological responses of peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars to water deficit stress: status of oxidative stress and antioxidant enzyme activities. **Acta Botanica Croatica**, v. 74, n. 1, p.123-142, 2015.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: Grãos 2017/2018**, Quinto levantamento, Fev/2018. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18_02_08_17_09_36_fevereiro_2018.pdf

COSTA, J. R.; PINHO, J. L. N.; PARRY, M. M. Produção de matéria seca de cultivares de milho sob diferentes níveis de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 12, n. 5, p. 443-450, 2008.

ÇAKIR, R. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. **Field Crops Research**, v. 89, n. 1-16, 2004.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360 p.

FERRARI, E.; PAZ, A.; SILVA, A. C. Déficit hídrico no metabolismo da soja em semeadura antecipadas no Mato Grosso. **Nativa**, Sinop-MT, v. 3, n. 01 p, 67-77, 2015.

GALINAT, W. C. The origin of maize: grain of humanity. **New York Botanical Garden Journal**. v. 44, n. 1, p. 3-12, 1995.

GANGUSSÚ, L. V. S.; DAVID, A. M. S. S.; AMARO, H. T. R.; ASSIS, M. O. Efeito do tamanho de sementes no desempenho fisiológico de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre-RS, v. 19, ns. ½, p. 71-79, 2013.

GROTTA, C. C.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; REIS, G. N.; CORTEZ, J. W.; ALVES, P. J. Influencia da profundidade de sementeira e da compactação do solo sobre a semente na produtividade do amendoim. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavra-MG, v. 32, n. 2, p. 547-552, 2008.

KAPPES, C.; ANDRADE, J. A. C.; HAGA, K. I.; FERREIRA, J. P.; ARF, M. V. Germinação, vigor de sementes e crescimento de plantas de milho sob condições de déficit hídrico. **Scientia Agraria**, Curitiba-PR, v. 11, n. 2, p. 125-134, 2010.

LABONIA, V. D. S.; CARVALHO, S. J. P.; MONDO, V. H. V.; CHIOVATO, M. G.; FILHO, V. R. Emergência de Plantas da Família Convolvulacea Influenciada Pela Produtividade da Semente no Solo e Cobertura com Palha de Cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 27, n. n/s, p. 921-929, 2009.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Fisiologia da produção. In: CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M.A.R.; MAGALHÃES, P.C. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p.63-87.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, DIAS. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas, MG. Embrapa, MG, 2002. 65p. (Circular Técnica 22).

OLIVEIRA, A. C. S.; MARTINS, G. N.; SILVA, R. F.; VIEIRA, H. D.; Testes no vigor de sementes baseado no desempenho de plântulas. **Inter Science Place**, n. 4, p. 1-21, 2009.

SANGOI, L.; ALMEIDA, MILTON L; HORN, D; BIANCHET, P; GRACIETTI, M. A; SCHWEITZER, C; SCHMITT, A. Tamanho de semente, profundidade de sementeira e crescimento inicial do milho em duas épocas de sementeira. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v. 3, n.3, p. 370-380, 2004.

SILVA, P. R. A.; DIAS, P. P.; CORREA, T. P. S.; SOUSA, S. F. G. Emergência de Plântulas de Milho em Diferentes Profundidades de Sementeiras. **Irriga, Botucatu, Edição Especial, 20 anos Irriga+50 anos FCA**, p. 178-185, 2015.

STUMM, S. B. Q.; LUDWIG, F.; SCHMITZ, J. A. K. Qualidade fisiológica de milho em função de tamanho, formato e tratamento. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon-PR, v. 15, n. 2, p. 222-227, 2016.

SOUZA, T. C.; MAGALHÃES, P. C.; CASTRO, E. M.; DUARTE, V. P.; LAVINSKY, A. O. Corn root morphoanatomy at different development stages and yield under water stress. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 51, n. 4, p. 330-339, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. p.802.

TROGELLO, E.; MODOLO, A. J.; PORTES, A. F.; ORTOLAN, J. T.; BRUSAMARELLO, A. P.; NOBRE, D. A. C.; RAMOS, L. P.; SCARSI, M. In: **XXIX Congresso Nacional Milho e Sorgo** – Águas de Lindóia – 26 a 30 de Agosto de 2012.

ZUCARELI, C.; BRZEZINSKI, C. R.; GUISTEM, J. M.; HENNING, F. A.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica de sementes de milho doce classificadas pela espessura e largura. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 1, p. 71-78, 2014.

WAGNER, M. V.; JADOSKI, S. O.; MAGGI, M. F.; SITO, L. R.; LIMA, A. R. Estimativa da produtividade do milho em função da disponibilidade hídrica em Guarapava, PR, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 17, n. 2, p. 170-179, 2013.

YI, L.; SHENJIAO, Y.; XINPING, C.; FANG, CHEN. Growth and development of maize (*Zea mays* L.) in response to different field water management practices: Resource capture and use efficiency. **Agricultural and Forest Meteorology**, n. 150, p. 606-613, 2010.

CAPITULO 2. RESPOSTA DO TAMANHO DE SEMENTE, PROFUNDIDADE DE SEMEADURA E DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO CRESCIMENTO INICIAL DO MILHO

RESUMO: A formação do estande na cultura do milho pode ser afetado pelo tamanho das sementes, profundidade de semeadura e a umidade do solo. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o tamanho de sementes, a profundidade de semeadura e a condições de disponibilidade hídrica do solo na emergência e no crescimento inicial de plantas de milho. O experimento foi conduzido sob cultivo protegido, em delineamento experimental de blocos ao acaso, disposto em esquema fatorial 4 x 2 x 2, sendo constituído de quatro profundidades de semeadura (3, 6, 9 e 12cm), dois níveis de disponibilidade hídrica do solo (25% e 75% da capacidade de vaso) e, dois tamanhos de semente cultivar AL Avaré (peneiras 20C (curta) e 24L (longa)), com quatro repetições. Após a semeadura, foi realizada diariamente a contagem de plântulas emergidas em cada vaso e, a partir dos dados obtidos foram estimados os seguintes parâmetros: Emergência, índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência, diâmetro do colmo, altura de planta, massa seca de folhas, massa seca do colmo, massa seca do sistema radicular, massa seca da parte aérea, massa seca total e área foliar. Em condições de disponibilidade hídrica do solo, recomenda-se realizar a semeadura nas profundidades entre 3 e 9 cm. Em condições de baixa disponibilidade hídrica, recomenda-se fazer a semeadura com 3 cm de profundidade. O tamanho da semente não influencia a emergência de plântulas de milho independente das condições hídricas do solo e da profundidade de semeadura. Sementes maiores originam plantas com maior vigor.

Palavras-chave: *Zea mays*; Restrição hídrica; Emergência; Germinação.

ABSTRACT: The formation of the plant stand on maize crop can be affected by seed size, seeding depth, and soil moisture. Considering the above, the objective of this work was to evaluate seed size, sowing depth and water availability conditions in the emergence and initial growth of corn plants. The experiment was conducted under protected cultivation, in a randomized complete block design, arranged in a 4 x 2 x 2 factorial scheme, four seedlings depths (3, 6, 9 and 12cm), two levels of soil water availability (25% and 75% of pot capacity) and two seed sizes cultivar AL Avaré (20C (short) and 24L (long) sieves) with four replications. After sowing, the seedling count was performed daily in each pot and, from the data obtained, the following parameters were estimated: Emergency, index of emergency

speed, average time of emergency, stem diameter, plant height, dry mass of leaves, dry mass of stem, dry mass of the root system, dry shoot mass, total dry mass and leaf. Under conditions of water availability of the soil, it is recommended to perform sowing at depths between 3 and 9 cm. In conditions of low water availability, it is recommended to sow 3 cm depth. Seed size does not influence the emergence of maize seedlings independent of soil water conditions and seeding depth. Larger seeds give rise to more vigorous plants.

Key-words: *Zea mays*; Water restriction; Seedling.

2.1 Introdução

A semeadura tem por objetivo realizar a distribuição longitudinal das sementes e a deposição na profundidade adequada, para a formação de um estande uniforme (ALMEIDA et al., 2010). A cultura do milho não possui a capacidade de compensar as falhas de semeadura com perfilhamento ou produção de mais flores; sendo assim, a operação de semeadura requer atenção especial, de forma a garantir a formação de um estande uniforme e sem falhas (EMBRAPA, 2012).

A uniformidade espacial e temporal do processo de emergência é afetado por características do solo (temperatura e umidade), da semeadora (variação na distribuição e profundidade de deposição da semente) e da qualidade de semente (falhas de germinação e emergência) (POMMEL et al., 2002).

O tamanho das sementes, também, pode influenciar diretamente na germinação e no vigor das plantas, visto que, sementes maiores possuem embriões bem formados, maior reserva nutritiva, que resulta em plântulas mais vigorosas, porém, estão sujeitas a maiores danos mecânicos na colheita e beneficiamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A profundidade de semeadura é um dos fatores mais importantes relacionados ao estabelecimento de estande, que por sua vez, está diretamente relacionado com a produtividade da cultura do milho. Semeaduras profundas ou irregulares prejudicam o desenvolvimento da planta fazendo com que haja maior gasto energético para se estabilizar (HUSSEN et al., 2013). A semeadura em profundidades excessivas tende a impedir que plântulas rompam a barreira do solo até a superfície e, se semeadas em profundidades menores, às sementes tendem a estar expostas a variações ambientais, como excesso ou deficiência hídrica e variações na temperatura, as quais podem originar plântulas pequenas e de baixo vigor (TILLMANN et al., 1994).

A ocorrência de condições ambientais adversas por ocasião do plantio pode resultar em baixa percentagem de germinação e menor velocidade de emergência das plantas (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000). Durante o processo de germinação a água atua como agente estimulador e controlador, a qual promove o aumento do volume do embrião e dos tecidos de reserva, além de favorecer a penetração do oxigênio, estimular as atividades metabólicas básicas e o crescimento do eixo embrionário (MARCOS FILHO, 1986).

Este trabalho foi baseado na hipótese de que sementes maiores, semeadas em profundidade adequada, associada a restrição hídrica têm capacidade para completar a emergência, além de ter o crescimento inicial vigoroso; quando comparadas as sementes menores, semeadas na mesma profundidade e disponibilidade hídrica. Sendo assim, objetivou-se avaliar o tamanho de sementes, a profundidade de semeadura e a condições de disponibilidade hídrica do solo na emergência e o crescimento inicial de plantas de milho.

2.2 Material e Métodos

2.2.1. Localização e Caracterização da Área Experimental

O experimento foi conduzido de maio a junho de 2017, sob características de cultivo protegido na Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul – Unidade Universitária de Cassilândia (UEMS/UUC), localizada no município de Cassilândia - MS (Latitude 19°07'21" S, Longitude 51°43'15" W e altitude de 510 m). O solo utilizado no experimento foi classificado como Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 2006) e foi coletado na camada de 0 – 20 cm de profundidade. O solo apresentava as seguintes características físicas: 95 g kg⁻¹ de argila, 50 g kg⁻¹ de silte e 855 g kg⁻¹ de areia.

Antes da implantação do experimento foram coletadas amostras de solo de 0 – 20 cm de profundidade para a realização das análises químicas. Os resultados da análise química foram os seguintes: pH em CaCl₂: 5,4; M.O.: 14,0 g dm⁻³; P_(resina): 2,0 mg dm⁻³; K_(Melich-1): 1,11 cmol_c dm⁻³; Ca_(KCl): 10,0 cmol_c dm⁻³; Mg_(KCl): 7,0; H+Al: 22,0 cmol_c dm⁻³; Al: 0,14 cmol_c dm⁻³; SB: 46,0%; S-SO₄: 2,0 mg dm⁻³; B: 0,08 mg dm⁻³; Cu: 0,60 mg dm⁻³; Fe: 8,00 mg dm⁻³; Mn: 5,70 mg dm⁻³ e Zn: 0.30 mg dm⁻³.

2.2.2 Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, disposto em esquema fatorial 4 x 2 x 2, sendo constituído de quatro profundidades de semeadura (3, 6, 9 e 12 cm), dois níveis de disponibilidade hídrica (25% e 75% da capacidade de vaso) e, dois tamanhos de semente cultivar AL Avaré (peneiras 20C (curta) e 24L (longa)), com quatro repetições. A

caracterização das sementes está na Tabela 1. Cada unidade experimental foi composta por um vaso com capacidade volumétrica de $5,5 \text{ dm}^3$ preenchido com solo peneirado em peneira de malha 8 mm.

Tabela 1. Massa de 100 sementes (M100), grau de umidade (GRU), primeira contagem de germinação (PCG) e porcentagem de germinação de sementes (GERM) de milho do cultivar AL Avaré antes da implantação do experimento.

Peneira	M100	GRU	PC	GERM
	G	%	%	%
20C	28,9	8,61	72,0	73,0
24L	41,2	9,92	75,0	76,5
Média	35,1	9,27	73,5	74,8

2.2.3 Instalação e Condução do Experimento

Para realizar a semeadura nas profundidades determinadas como tratamento, depositou-se solo seco no fundo dos vasos e então foram distribuídas 10 sementes em cada vaso. Posteriormente as sementes foram cobertas por uma camada de solo seco equivalente a profundidade determinada como tratamento. Todos os vasos foram preenchidos com a mesma quantidade de solo.

A determinação da capacidade de vaso do solo foi realizada seguindo-se a metodologia descrita por Gonçalves Junior et al. (2000) com algumas modificações: Em copos descartáveis de 50 mL, previamente pesados, possuindo na base orifícios com 2 mm de diâmetro, colocaram-se 30 g de solo. Posteriormente, os copos foram colocados em uma bandeja com uma lâmina de água de 10 mm, para saturação da amostra por capilaridade, durante 24 horas. Em seguida, os copos com solo foram removidos e colocados sobre papel absorvente por 12 horas, para retirar o excesso de água, para posterior pesagem. Definiu-se como capacidade de vaso, a diferença entre o solo seco e o solo úmido.

Após a obtenção dos valores de capacidade de vaso, foram estimadas as quantidades de água a serem aplicadas para atingir 25% e 75% da capacidade de vaso. Os vasos foram pesados diariamente e sempre que necessário adicionou-se água para atingir as capacidades de vaso determinadas como tratamento.

Aos dois dias após a semeadura realizou-se a aplicação de 100 mg dm^{-3} , 200 mg dm^{-3} e 150 mg dm^{-3} de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente. Utilizou-se como fonte de nitrogênio, fósforo e potássio, ureia (45% de N), superfosfato simples (58% de P_2O_5) e cloreto de potássio (18% de K_2O) respectivamente.

Aos sete dias após a semeadura realizou-se o desbaste deixando apenas uma planta por vaso. Posteriormente, a medida que houve emergência de novas plântulas deixou-se a primeira plântula emergida em cada vaso e realizou-se o desbaste das plantas que emergiram posteriormente.

2.2.4 Avaliações realizadas

Após a semeadura, foi realizada diariamente a contagem de plântulas emergidas em cada vaso e, a partir dos dados obtidos foram estimados os seguintes parâmetros:

a) emergência – obtida com a contagem do número de plantas emergidas após a estabilização do estande. Considerou-se como plântula emergida aquela que apresentava parte aérea emergida com altura superior a 1 cm

b) índice de velocidade de emergência (IVE) - utilizou-se a equação proposta por Maguire (1962):

$$\text{IVE} = N1/D1 + N2/D2 + \dots Nn/Dn$$

Em que:

N1= número de plântulas emergidas no primeiro dia;

Nn= número acumulado de plântulas emergidas;

D1= primeiro dia de contagem;

Dn= número de dias contados após a semeadura.

c) Tempo médio de emergência (TME) - estimado de acordo com a equação proposta por Labouriau, (1983):

$$\text{TME} = (\sum Ni \times Ti) / \sum ni$$

Em que:

Ni = número de plântulas emergidas por dia;

Ti = tempo de avaliação (dias).

Ao final do experimento, aos 32 dias após a semeadura foram realizadas as seguintes avaliações:

d) Diâmetro do colmo (mm) – obtido com paquímetro avaliando-se sempre o ponto média do primeiro entrenó;

e) Altura de planta (cm) – obtida com uma régua considerando a distância entre o solo e o ponto mais alto da planta;

Posteriormente, as plantas foram cortadas rente ao solo e seccionadas em folhas e colmo. Após o corte da parte aérea, o sistema radicular foi lavado em água corrente e utilizando uma peneira de malha fina (4 mm). Em seguida as partes seccionadas da planta foram levadas para estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 65°C por 72 horas para obtenção da:

f) Massa seca de folhas (g planta⁻¹);

g) Massa seca de colmo (g planta⁻¹);

h) Massa seca do sistema radicular (g planta⁻¹);

i) Massa seca da parte aérea (g planta⁻¹) – obtida através da soma entre a massa seca de folhas e a massa seca de caule;

j) Massa seca total (g planta⁻¹) – obtida através da soma entre a massa seca da parte aérea e a massa seca do sistema radicular;

l) Área foliar (dm² planta⁻¹) - foi determinada seguindo a metodologia proposta por Benincasa (2003). Foram retirados dez discos foliares de área conhecida de cada unidade experimental, que foi considerada como a área foliar da amostra (AFA). Em seguida, após a secagem em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65 °C, por 72 horas, foi determinada a massa seca da amostra (MSA) e a massa seca das folhas (MSF). A área foliar (AF) foi estimada com a seguinte equação:

$$AF = \frac{AFA \times (MSF + MSA)}{MSA}$$

2.2.5 Análise Estatística

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homocedasticidade e quando não atendiam os requisitos para a realização da análise de variância, foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$. Posteriormente realizou-se à análise de variância, e a significância dos quadrados médios obtidos na análise de variância foi testada pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

As médias referentes às profundidades de semeadura foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As médias referentes à disponibilidade hídrica e tamanho de sementes foram comparadas pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

2.3 Resultados e Discussão

Com exceção da altura das plantas (ALT), para as demais variáveis, índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), emergência (EMER), diâmetro do colmo (DIAM), área foliar (AF), massa seca de folhas (MSF), massa seca do colmo (MSC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR) e massa seca total (MSTO), observou-se interação entre a profundidade de semeadura e a disponibilidade hídrica do solo. Por outro lado, a interação entre tamanho de semente e a disponibilidade hídrica foi constatada apenas para o tempo médio de emergência. A altura de plantas foi influenciada apenas pela profundidade de semeadura. Para o tamanho de sementes, não foi verificado efeito sobre o índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência, emergência, altura de planta e diâmetro do colmo (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), porcentagem de emergência (EMER), altura de planta (ALT), diâmetro do colmo (DIAM), massa seca de folhas (MSF), área foliar (AF), massa seca do colmo (MSC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR) e massa seca total (MSTO) de plantas de milho originadas a partir de sementes com diferentes tamanhos semeadas em diferentes profundidades em solo com dois níveis de disponibilidade hídrica. Cassilândia-MS, 2017.

P-valores						
F.V.	IVE	TME	EMER	ALT	DIAM	AF
Bloco	0,94	0,71	0,71	0,16	0,30	0,81
Tam. Semente (S)	0,70	0,96	0,68	0,44	0,40	0,02**
Profundidade (P)	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**
Disp. Hídrica (H)	0,00**	0,00**	0,00**	0,08	0,03*	0,07
P x S	0,64	0,81	0,48	0,94	0,93	0,53
P x H	0,00**	0,00**	0,02*	0,11	0,02*	0,00**
S x H	0,61	0,01*	0,16	0,84	0,67	0,49
P x S x H	0,57	0,14	0,44	1,00	0,97	0,69
C.V. (%)	3,83	4,03	12,25	15,94	12,41	6,49
P-valores						
F.V.	MSF	MSC	MSPA	MSR	MSTO	
Bloco	0,74	0,70	0,72	0,30	0,28	
Tam. Semente (S)	0,00*	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**
Profundidade (P)	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**
Disp. Hídrica (H)	0,02*	0,00**	0,00**	0,08	0,01*	
P x S	0,37	0,11	0,27	0,64	0,44	
P x H	0,00**	0,02*	0,00**	0,01*	0,00**	
S x H	0,31	0,26	0,31	0,80	0,91	
P x S x H	0,92	0,59	0,84	0,86	0,89	
C.V. (%)	4,00	2,74	5,10	7,16	7,39	

** e * significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F. Respectivamente.

Não foi constatada influência da disponibilidade hídrica do solo sobre o IVE com a semeadura a 3 cm de profundidade (Tabela 3). Nas demais profundidades verificou-se que o IVE foi inferior no tratamento com 25% da capacidade de vaso e as médias de IVE em torno de 45, 73 e 84% inferior nas profundidades de 6, 9 e 12 cm, respectivamente (Tabela 3).

Trabalho realizado por Silva et al. (2015) a campo, em ambiente não controlado, em diferentes profundidades de semeadura, identificaram que profundidades entre 6 e 8 cm apresentaram maior índice de velocidade de emergência em maiores teores de água contida no solo, 11,26%.

Com relação à profundidade de semeadura dentro do fator disponibilidade hídrica, verificou-se que no solo com 25% da capacidade de vaso, a medida que se aumenta a profundidade de semeadura ocorre redução do IVE (Tabela 3). Já no solo com 75% da capacidade de vaso, não foi constatada diferença no IVE entre a semeadura nas profundidades de 3 e 6 cm, porém, ambas foram superiores ao IVE quando as sementes foram depositadas nas profundidades de 9 e 12 cm (Tabela 3).

Tabela 3. Índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) e porcentagem de emergência (EMER) de plântulas de milho semeadas em diferentes profundidades em solo com dois níveis de disponibilidade hídrica. Cassilândia-MS, 2017.

Profundidade (cm)	IVE		TME		EMER	
	25% C. V	75% C. V	25% C. V	75% C. V	25% C. V	75% C. V
-	-	-	----- dias -----		----- % -----	
3	1,93 aA	1,67 aA	4,80 dA	5,22 cA	90,00 aA	78,75 aA
6	0,89 bB	1,61 aA	9,71 cA	5,56 bcB	75,00 aA	86,25 aA
9	0,34 cB	1,24 bA	18,27 bA	6,99 abB	53,75 aA	81,25 aA
12	0,05 dB	0,30 cA	26,00 aA	8,38 aB	6,25 bB	22,50 bA
Média	0,80	1,21	14,69	6,54	56,25	67,19

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste F e teste Tukey a 5% de probabilidade respectivamente.

Constatou-se que a disponibilidade hídrica não influenciou o tempo médio de emergência de plântulas de milho quando semeado na profundidade de 3 cm (Tabela 3). Entretanto, quando semeado nas demais profundidades o tempo médio de emergência no tratamento com 25% de capacidade de vaso foi em torno de 75, 162 e 210% superior ao tratamento com 75% da capacidade de vaso nas profundidades de 6, 9 e 12 cm, respectivamente (Tabela 3).

Com exceção da semeadura na profundidade de 3 cm, nas demais profundidades o aumento do tempo médio de emergência e a redução do IVE, comparando-se capacidade de vasos de 25% e 75%, é atribuído ao fato de que, com a maior disponibilidade hídrica, o

processo de embebição da semente ocorre de forma mais rápida, iniciando e completando os processos de germinação e, posteriormente de emergência de forma mais rápida em relação as sementes em condições de menor disponibilidade hídrica.

Com o aumento da profundidade de semeadura foi verificado aumento do tempo médio de emergência em ambas as condições de disponibilidade hídrica (Tabela 3). Em condições de 25% da capacidade de vaso, o tempo médio de emergência com a profundidade de 12 cm foi em torno de 21,2 dias maior do que o tempo médio de emergência na profundidade de 3 cm (Tabela 3). Em condições de 75% da capacidade de vaso, o tempo médio de emergência na semeadura com 12 cm de profundidade foi em torno de 3,2 dias superior ao tempo médio de emergência com a semeadura na profundidade de 3 cm (Tabela 3).

O aumento do tempo médio de emergência, a medida que a semeadura é realizada em camadas mais profundas se deve ao fato de que, quanto mais profunda a semeadura é realizada, maior é a obstrução promovida pelo solo para que a plântula complete a emergência, retardando desta forma este processo. Adicionalmente, percebeu-se que a restrição hídrica retardou mais este processo. Este fato, está relacionado a inibição das atividades metabólicas básicas associado ao gasto energético para o rompimento do solo.

Quanto a porcentagem de emergência, não houve diferença entre os níveis de disponibilidade hídrica do solo nas profundidades de semeadura de 3, 6 e 9 cm (Tabela 3). Entretanto, na profundidade de semeadura de 12 cm, verificou-se que a emergência de plântulas de milho no solo com 25% da capacidade de vaso foi inferior ao solo com 75% da capacidade de vaso (Tabela 3). Com relação à profundidade de semeadura dentro dos níveis de disponibilidade hídrica, verificou-se que nos dois níveis de disponibilidade hídrica não houve diferença entre as profundidades de semeadura de 3, 6 e 9 cm e, estas foram superiores a semeadura na profundidade de 12 cm (Tabela 3).

Como consequência, as sementes de baixo vigor muitas vezes não conseguem completar a emergência, o qual afeta o estande. Em trabalho realizado por Sangoi et al. (2004) em que se avaliou a semeadura do milho em diferentes profundidades (2,5, 5,0, 7,5 e 10,0 cm), os autores concluíram que a semeadura em maiores profundidades são prejudiciais à emergência de plântulas e tais resultado, corroboram aos verificados nesse estudo.

As médias de tempo médio de emergência no tratamento com 25% da capacidade de vaso foi em torno de 96 e 158% superior as médias do tratamento com 75% da capacidade de vaso para as sementes das peneiras 24L (longa) e 20C (curta), respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4. Tempo médio de emergência de plântulas de milho originadas a partir de sementes com diferentes tamanhos semeadas em solo com dois níveis de disponibilidade hídrica. Cassilândia, 2017.

Peneira	Disponibilidade hídrica		Média
	25%	75%	
-	----- dias -----		
24L	13,75 aA	7,01 aB	10,38 a
20C	15,64 aA	6,06 aB	10,85 a
Média	14,69 A	6,54 B	-

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade respectivamente.

Não foi verificado influência do tamanho da semente sobre o tempo médio de emergência independente do nível de disponibilidade hídrica (Tabela 4). Como já foi relatado anteriormente, o tempo médio de emergência em condições de 75% da capacidade de vaso foi menor, pois o processo de embebição da semente ocorre de forma mais rápida, havendo um processo físico que ocorre devido à diferença de potencial hídrico, resultando em menor tempo médio de emergência.

Não foi constatada influência da disponibilidade hídrica do solo sobre o diâmetro do colmo nas profundidades de semeadura de 3, 6 e 9 cm. Porém, na profundidade de semeadura de 12 cm constatou-se que o diâmetro de colmo das plantas em condições de 25% da capacidade de vaso foi em torno de 73% inferior à das plantas em condições de 75% da capacidade de vaso (Tabela 5).

Não houve influência da profundidade de semeadura sobre o diâmetro do colmo quando em condições de 75% da capacidade de vaso (Tabela 5). Porém, em condições de 25% da capacidade de vaso, o diâmetro do colmo com a semeadura nas profundidades de 3, 6 e 9 cm foram semelhantes e superiores a profundidade de 12 cm (Tabela 5).

Tabela 5. Diâmetro do colmo (DIAM), massa seca de folhas (MSF) e área foliar (AF) de plantas de milho semeadas em diferentes profundidades em solo com dois níveis de disponibilidade hídrica. Cassilândia-MS, 2017.

Profundidade (cm)	DIAM		MSF		AF	
	25%	75%	25%	75%	25%	75%
-	----- mm -----		--- g planta ⁻¹ ---		--- dm ² planta ⁻¹ ---	
3	6,81 aA	6,72 aA	0,54 aA	0,49 aA	1,28 aA	1,27 aA
6	6,16 aA	6,91 aA	0,44 aA	0,44 aA	1,21 aA	1,01 abA
9	5,94 aA	6,38 aA	0,36 aA	0,38 aA	0,97 aA	0,94 abA
12	1,59 bB	5,97 aA	0,02 bB	0,36 aA	0,10 bB	0,81 bA
Média	5,13	6,49	0,34	0,42	0,89	1,01

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste F e teste Tukey a 5% de probabilidade respectivamente.

Verificou-se influência da disponibilidade hídrica sobre a massa seca de folhas e a área foliar apenas nas plantas semeadas a 12 cm de profundidade, sendo que em condições de 25% da capacidade de vaso as plantas apresentaram massa seca de folhas e área foliar em torno de 94 e 88% inferior as plantas em condições de 75% da capacidade de vaso, respectivamente (Tabela 5).

Não foi verificada influência da profundidade de semeadura sobre a massa seca de folhas nas plantas em condições de 75% da capacidade de vaso (Tabela 5). Em condições de 25% da capacidade de vaso não foi constatada diferença na massa seca de folhas entre as profundidades de 3, 6 e 9 cm, que foram superiores a profundidade de 12 cm (Tabela 5).

Foi verificado nas profundidades de 6, 9 e 12 cm em condições de 75% capacidade de vaso, massa seca de colmo em torno de 100, 80 e 1900% superior as plantas em condições de 25% da capacidade de vaso (Tabela 6). Não houve influência da disponibilidade hídrica sobre a massa seca de colmo na profundidade de semeadura de 3 cm (Tabela 6). Para a massa seca da parte aérea, constatou-se influência da disponibilidade hídrica apenas na semeadura com profundidade de 12 cm, sendo que, a massa seca da parte aérea foi em torno de 1767% superior nas plantas em condições de 75% da capacidade de vaso em relação as plantas em condições de 25% da capacidade de vaso (Tabela 6).

Foi constatado que em condições de 75% da capacidade de vaso a profundidade de semeadura não influenciou a massa seca de colmo e parte aérea (Tabela 6). Em condições de menor disponibilidade hídrica não foi verificada diferença na massa seca de colmo e parte aérea entre a semeadura com 3, 6 e 9 cm e, estas foram superiores a massa seca de colmo e parte aérea, comparado a 12 cm de profundidade (Tabela 6).

Trabalho conduzido por Bomfim-silva et al. (2011) ao identificar massa seca da parte aérea em gramíneas (milho, sorgo e milheto) em três disponibilidades hídrica na capacidade de vaso de 2 dm³ (30%, 60% e solo alagado), a cultura do milho se sobre saiu referente a disponibilidade 60% na capacidade de vaso, com maior desenvolvimento e acúmulo.

Tabela 6. Massa seca do colmo (MSC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR) e massa seca total (MSTO) de plantas de milho semeadas em diferentes profundidades em solo com dois níveis de disponibilidade hídrica. Cassilândia-MS, 2017.

Profundidade (cm)	MSC		MSPA		MSR		MSTO	
	25%	75%	25%	75%	25%	75%	25%	75%
-	----- g planta ⁻¹ -----							
3	0,20 aA	0,25 aA	0,74 aA	0,74 aA	1,71 aA	1,20 aA	2,44 aA	1,94 aA
6	0,12 aB	0,24 aA	0,57 aA	0,68 aA	0,87 bA	0,91 abA	1,43 bA	1,59 abA
9	0,10 aB	0,18 aA	0,46 aA	0,56 aA	0,67 bA	0,89 abA	1,13 bA	1,45 abA
12	0,01 bB	0,20 aA	0,03 bB	0,56 aA	0,07 cB	0,62 bA	0,10 cB	1,17 bA
Média	0,11	0,22	0,45	0,63	0,83	0,90	1,28	1,54

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste F e teste Tukey a 5% de probabilidade respectivamente.

Para as massas secas de sistema radicular e total foi verificado que não houve influência da disponibilidade hídrica com a semeadura nas profundidades de 3, 6 e 9 cm (Tabela 6). Com a semeadura na profundidade de 12 cm verificou-se que as plantas em condições de maior disponibilidade hídrica apresentaram massa seca de sistema radicular e total em torno de 70% superior as plantas em condições de 25% da capacidade de vaso respectivamente (Tabela 6). Este resultado pode ser atribuído ao atraso de 17,6 dias da emergência das plântulas quando semeadas em condições de 25% da capacidade de vaso em relação a emergência das plântulas semeadas em condições de maior disponibilidade hídrica (Tabela 3).

Em condições de 75% da capacidade de vaso, a semeadura com profundidade de 3 cm resultou em plantas com maior massa seca de sistema radicular e total em relação a 12 cm de profundidade, porém, não diferiu da massa seca de sistema radicular e total semeadas em 6 e 9 cm de profundidade (Tabela 6).

Em condições de 25% da capacidade de vaso, a semeadura na profundidade de 3 cm apresentam massa seca de sistema radicular e total superior as sementes depositadas nas demais profundidades (Tabela 6). As semeadura nas profundidades de 6 e 9 cm não diferiram entre si quanto a massa seca de sistema radicular e total, porém, ambas foram superiores a 12 cm de profundidade em condições de menor disponibilidade hídrica (Tabela 6).

De forma geral, a medida que a profundidade de semeadura é maior, a diferença entre os níveis de disponibilidade hídrica se torna mais pronunciada. Isto pode ser atribuído a maior diferença do tempo médio de emergência entre os níveis de disponibilidade hídrica (Tabela 4).

Não foi verificada diferença na altura de plantas de milho quando semeadas nas profundidades de 3, 6, e 9 cm (Tabela 7). A semeadura do milho na profundidade de 12 cm resultou em plantas com altura em torno de 10 cm inferior à média das plantas semeadas nas demais profundidades (Tabela 7). Este resultado também pode ser atribuído ao atraso na emergência que teve como consequência o atraso no crescimento.

Tabela 7. Altura de plantas de milho semeadas em diferentes profundidades. Cassilândia-MS, 2017.

Profundidade (cm)	Altura de planta (cm)
3	22,31 a
6	22,51 a
9	20,73 a
12	11,90 b
Média	19,36

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade respectivamente.

Quando a semeadura é realizada em maiores profundidades, a plântula gasta mais reserva e energia para romper a camada de solo até a superfície, prejudicando seu crescimento. Sangoi et al. (2004) trabalhando com semeadura do milho em diferentes profundidades (2,5, 5,0, 7,5 e 10,0 cm), observaram que a semeadura em maiores profundidades são prejudiciais ao crescimento inicial da cultura.

A área foliar das plantas originadas a partir das sementes da peneira 24L foi em torno de 43% superior as médias das plantas originadas a partir das sementes da peneira 20C (Tabela 8). As médias de massa seca de folhas, massa seca do colmo e massa seca da parte aérea das plantas, originadas a partir de sementes da peneira 24L (longa), foram, respectivamente, em torno de 30, 52 e 46% superiores as plantas originadas a partir das sementes da peneira 20C (Tabela 8). Com relação as massas secas de sistema radicular e total, as sementes maiores originaram plantas com médias em torno de 50 e 48% superiores, respectivamente, as medias das plantas originadas a partir de sementes menores (Tabela 8).

Tabela 8. Área foliar (AF), massa seca de folhas (MSF), massa seca de colmo (MSC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR) e massa seca total (MSTO) de plantas de milho originadas a partir de sementes com diferentes tamanhos. Cassilândia-MS, 2017.

Peneira	AF	MSF	MSC	MSPA	MSR	MSTO
-	dm ² planta ⁻¹	----- g planta ⁻¹ -----				
20C	0,83 b	0,31 b	0,13 b	0,44 b	0,69 b	1,13 b
24L	1,07 a	0,44 a	0,20 a	0,64 a	1,04 a	1,68 a
Média	0,95	0,38	0,16	0,54	0,87	1,41

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade respectivamente.

Estes resultados podem ser atribuídos ao maior vigor relacionado ao tamanho da semente, que por sua vez, originam plantas com maior massa seca. As sementes 24L apresentaram peso de 100 sementes em torno de 42,6% superior às sementes da peneira 20C (Tabela 1). De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), sementes de maior tamanho durante a fase de formação são mais bem nutridas, resultando em embriões bem formados e com maior quantidade de substâncias de reserva, sendo, conseqüentemente, as mais vigorosas. Vanzolini e Nakagawa (2007) destacam que sementes maiores, geralmente, originam plantas de maior tamanho e massa, como observado neste trabalho.

Trabalhando com diferentes tamanhos de sementes de milho, Enayatgholizadeh et al. (2011) identificaram que sementes de maior tamanho originam plantas de maior tamanho. O mesmo foi observado por Sangoi et al. (2004), que trabalhando com dois tamanhos de sementes (massa de 1.000 grãos de 451,2g e 245,2g), concluíram que sementes maiores originaram plantas com maior acúmulo de fitomassas nas fases iniciais.

Em síntese, a semeadura em condições de 75% da capacidade de vaso pode ser realizada com profundidade de 3 a 9 cm sem que ocorra prejuízos para a emergência e crescimento das plantas. Por outro lado, em condições de 25% da capacidade de vaso, determina-se realizar a semeadura com profundidade de 3 cm. O prejuízo causado pela menor disponibilidade hídrica do solo sobre o processo de emergência é potencializado pelo aumento da profundidade de semeadura.

O aumento da profundidade de semeadura, independente das condições de disponibilidade hídrica do solo e do tamanho da semente, resultou em prejuízos para o crescimento inicial da cultura. Isto deve ser atribuído a dois fatores; primeiro, o atraso na emergência, que resultou em atraso no crescimento inicial e, segundo, ao maior gasto de reservas da planta para romper a camada de solo. A reserva que seria utilizada para dar início ao crescimento da planta foi gasto para que a planta conseguisse romper o solo.

O fato de a semente ser maior e, conseqüentemente, ter maior quantidade de reservas não resultou em ganhos em relação às sementes menores quanto a emergência em condições de restrição hídrica ou quando se realizou a semeadura em maiores profundidades. Entretanto, sementes maiores originaram plantas com maior acúmulo de massa seca.

2.4 Conclusões

1. Em condições de adequada disponibilidade hídrica do solo, determina-se realizar a semeadura com profundidades entre 3 e 9 cm, devido maior emergência e vigor das plântulas.
2. Em condições de restrição hídrica, é considerável realizar semeadura com 3 cm de profundidade.
3. O tamanho da semente não influencia a emergência de plântulas de milho independente das condições de disponibilidade hídricas do solo e da profundidade de semeadura.
4. Sementes maiores originam plantas com maior vigor.

2.5 Referências Bibliográficas

ALMEIDA, R.A.S.; SILVA, C.A.T.; SILVA, S.L. Desempenho energético de um conjunto trator-semeadora em função do escalonamento de marchas e rotações do motor. **Agrarian**, Dourados-MS, v. 3, n.7, p. 63-70, 2010.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**: noções básicas. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, p.41, 2003.

BOMFIM-SILVA, E. M.; DA SILVA, T. J. A.; CABRAL, C. E. A.; KROTH, B. E.; REZENDE, D. Desenvolvimento de gramíneas submetido ao estresse hídrico. **Revista Caatinga**, Mossoró-RN, v. 24, n. 2, p. 180-186, 2011.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. (Eds.). **Sementes**: ciências, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas; Rio de Janeiro:Embrapa Solos, 2013. 353p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema de produção do milho, 2012. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/plantio.htm. Acesso em: 15 fev. 2018.

ENAYATGHOLIZADEH, M. R.; ALAMI SAEID, K. H.; BAKHSHANDEH, A. M.; DEGHAN SHOAR, M.; GHAINEHM. H.; SHARAFIZADEH, M. Response of the morphologic characteristics of S.C704 maize affected by the source and seed size in Khuzestan. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 5, n. 11, p. 369-374, 2011.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, p.360, 2000.

GONÇALVES JUNIOR, A. C.; LUCHESE, E. B.; LENZI, E. Avaliação da fitodisponibilidade de cádmio, chumbo e crômio em soja cultivada em Latossolo Vermelho escuro tratado com fertilizantes comerciais. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 173-177, 2000.

HUSSEN S.; ALEMU B.; AHMED F. Effect of planting depth on growth performance of maize (*Zea mays*) at the experimental site os wollo university, Dessie, Ethiopia. **International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)** v. 8, n. 1, p. 10-15, 2013.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, p.174, 1983.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962.

MARCOS FILHO, J. Germinação de sementes. In: CICERO, S. M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R. (Coord.) **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, p. 11-39, 1986.

POMMEL, B.; MOURAUX, D.; CAPPELLEN, O.; LEDENT, J.F. Influence of delayed emergence and canopy skips on the growth and development of maize plants: a plant scale approach with CERES-Maize. **European Journal of Agronomy**, v.16, n. 4, p.263-277, 2002.

SANGOI, L.; ALMEIDA, MILTON L; HORN, D; BIANCHET, P; GRACIETTI, M. A; SCHWEITZER, C; SCHMITT, A. Tamanho de semente, profundidade de semeadura e crescimento inicial do miho em duas épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v. 3, n.3, p. 370-380, 2004.

SILVA, P. R. A.; DIAS, P. P.; CORREA, T. P. S.; SOUSA, S. F. G. Emergência de Plântulas de Milho em Diferentes Profundidades de Semeaduras. **Irriga, Botucatu, Edição Especial, 20 anos Irriga+50 anos FCA**, p. 178-185, 2015.

TILLMANN, M. A. A.; PIANA, Z.; CAVARINI, C.; MINAMI, K. Efeito da profundidade de semeadura na emergência de plântulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Scientia Agrária**, Piracicaba-SP, v. 51, n. 2, p. 260-263, 1994.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. **Informativo Abrates**, v. 17, n. 1-3, p. 76-83, 2007.