

FLÁVIA ANDREA NERY SILVA

POTENCIAL DO TESTE DE EMERGÊNCIA EM CANTEIRO PARA
ESTIMAR O ESTABELECIMENTO DA CULTURA DO MILHO NO CAMPO

Tese apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia — Doutorado, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador

Prof. Dr. Carlos Machado dos Santos

Co-orientadora

Prof^a. Dr^a. Denise Garcia de Santana

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS - BRASIL
2012

FLÁVIA ANDREA NERY SILVA

POTENCIAL DO TESTE DE EMERGÊNCIA EM CANTEIRO PARA
ESTIMAR O ESTABELECIMENTO DA CULTURA DO MILHO NO CAMPO

Tese apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia — Doutorado, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 02 de maio de 2012

Prof ^a . Dr ^a . Carla Gomes Machado	UFG
Prof ^a . Dr ^a . Denise Garcia de Santana (Co-orientadora)	UFU
Prof. Dr. Maurício Martins	UFU
Prof. Dr. Paulo Antônio de Aguiar	ULBRA

Prof. Dr. Carlos Machado dos Santos
ICIAG-UFU
(Orientador)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS - BRASIL
2012

Dedico,

Aos meus pais, Odelce Mendonça Silva e Cleuzair Nery Silva, pelo exemplo de amor, de dedicação e de retidão. Por apoiar, incentivar e permitir que realizasse meus sonhos, mesmo quando pareciam impossíveis.

Ofereço,

Ao meu filho Pedro. Você veio e encheu meus dias de luz. Você renovou a esperança e a vontade de acertar mais e mais. Ensina-me com sua ingenuidade e a forma simples que percebe a nossa vida. Te amo e serei eternamente grata pela oportunidade de ter recebido um tesouro tão valioso como você.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, que me ilumina e permite à cada dia que eu continue minha caminhada, aprendendo, me redimindo e evoluindo.

Ao meu filho Pedro, fonte de luz que já iluminava cada passo da minha existência, mesmo antes de ter me sido presenteado.

Aos meus pais, Odelce e Cleuzair, pelo apoio, por várias vezes incondicional e por outras várias extremamente racional. Por estarem sempre dispostos a ficar mais um pouco com o Pedrinho, sempre mais, mais e mais. Simplesmente obrigado.

À minha irmã-amiga Gleice (*in memorium*) em cada sorriso, palavra, carinho, em cada olhar de cumplicidade. Por acreditar em mim, nos momentos em que nem eu mesma acreditava. Por ser presente na minha existência.

Aos meus irmãos Sérgio, Cely, Júlio e familiares, por todas as vivências e pela possibilidade de crescimento em cada uma delas. Sem esquecer, meu cunhado eterno Duarte.

Aos sobrinhos e sobrinhas, ao primeiro sobrinho-neto, em ordem: Bianca, Carolina, Chrystiane, Diego, Leticia, Lícia, Lucas/Matheus, Nicolas, Taynara. Especialmente à Licinha e à Carol, obrigada por simplesmente estarem disponíveis para a tia Flávia.

À Regina e Sérgio, padrinhos do Pedro, boa parte desse trabalho devo à vocês.

Ao professor doutor Carlos Machado dos Santos, que ao longo desse percurso tornou-se também colega de trabalho, e com a habilidade e o conhecimento de um grande mestre, soube lidar com essa realidade, permitindo que a orientada e a professora coexistissem em todos os momentos.

À professora Denise', muitas vezes conselheira, obrigada.

Aos colegas e professores do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia.

Ao professor Machado, da UFLA, pelo exemplo profissional e pessoal. Por confiar e me permitir tantas oportunidades.

Aos amigos que foram surgindo ao longo desses anos: Júlia e Nevson, Fran e Bertan, Stael, Laíla, Gláucia e Ana Paula.

Aos estagiários do Laboratório de Sementes, pela preciosa ajuda, especialmente ao atual Eng. Agrônomo Erisson Moura.

Ao João Paulo, que de aluno de graduação e orientado no trabalho de conclusão de curso, passou à colega de pós-graduação, e a cada dia me faz sentir mais gratificada como docente e acreditar que vale a pena ensinar.

À Sara e ao Adílio, pois fizeram e fazem toda a diferença no meu dia-a-dia, dentro e fora da Universidade, o bom e velho ouvido-conselheiro. Obrigada por todos os momentos em que me ajudaram. Foram muitos...

Ao Sr. Joaquim: sua ajuda foi fundamental para o início dos experimentos de campo.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia do Instituto de Ciências Agrárias (ICIAg), da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), pela oportunidade de concretizar mais essa etapa de formação.

Aos membros da banca, por aceitarem o convite e estarem disponíveis para contribuir neste trabalho.

Àqueles que mesmo sem saber possam ter contribuído na realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	iii
Resumo.....	vii
Abstract.....	viii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Potencial de lotes de sementes para estabelecimento a campo.....	3
2.2 Associação entre resultados de laboratório e de campo	4
2.3 Teste de emergência de plântulas a campo	6
2.4 Fatores que podem afetar o desempenho de um lote de sementes a campo	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 Descrição dos lotes de sementes	11
3.2 Origem e características dos solos	11
3.3 Experimentos, delineamento experimental e tratamentos	12
3.4 Instalação e condução dos experimentos	13
3.5 Avaliações.....	17
3.6 Análises Estatísticas.....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1 Análise da homogeneidade das variâncias e de normalidade dos resíduos	19
4.2 Teste de emergência em canteiros com solo.....	23
4.2.1 Solo de textura muito argilosa	23
4.2.2 Solo de textura média	34
4.3 Interferência da restrição hídrica no teste de emergência com sementes de milho ..	43
4.4 Interferência da textura do solo no teste de emergência com sementes de milho ...	49
4.5 Frequência Relativa da Emergência	56
5 CONCLUSÕES	63
REFERÊNCIAS.....	64

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - Preparo e coleta do solo para enchimento dos canteiros (A e B); vista geral dos canteiros vazios (C), e dimensões dos canteiros (D) utilizados no teste de emergência, conduzido na área experimental do Campus Umuarama. Uberlândia-MG, 2012.....	12
FIGURA 02 - Croqui da distribuição dos experimentos com os respectivos blocos (I, II e III) e das parcelas (1 a 12), na área experimental do Campus Umuarama, na qual foram instalados os canteiros. Uberlândia-MG, 2012.....	14
FIGURA 03 - Corte longitudinal bloco (canteiro) e transversal das parcelas mostrando a distribuição das parcelas experimentais, sendo P2, P4, P6 e P8 as profundidades (2, 4, 6 e 8 cm) e LAT, LME e LMA, os lotes de alto e médio e vigor marginal, respectivamente. Uberlândia-MG, 2012.....	14
FIGURA 04 -Parcela experimental com indicação da área útil, comprimento dos sulcos e do espaçamento entre linhas de semeadura. Uberlândia-MG, 2012.....	15
FIGURA 05 - Vista dos canteiros com preenchimento de solos (A) e estrutura montada para simulação do ambiente com restrição hídrica (B), no teste de emergência em canteiros, conduzido na área experimental do Campus Umuarama. Uberlândia-MG, 2012.....	15
FIGURA 06 - Temperatura máxima, mínima e média diária (A) e volume de água que cada experimento recebeu (B) durante a condução do teste de emergência em canteiros. Uberlândia-MG, 2012.....	16
FIGURA 04 - Emergência e velocidade de emergência, em condições sem restrição hídrica e, emergência, velocidade de emergência, tempo médio e índice de velocidade de emergência, em condições com restrição hídrica, de sementes de milho semeadas a diferentes profundidades em solo de textura muito argilosa. Uberlândia-MG, 2012.....	28
FIGURA 05 - Plântulas de milho originadas de sementes submetidas à diferentes profundidades de semeadura (8, 6, 4 e 2 cm, da esquerda para a direita). Uberlândia-MG, 2012.....	30
FIGURA 06 - Plântulas de milho que não alcançaram a superfície do solo para emergência com aparência amarelecida, obtidas no teste de emergência em canteiro com solo. Uberlândia-MG, 2012.....	31
FIGURA 07 - Índice de emergência a campo de plântulas de milho em canteiros com solo de textura muito argilosa, em diferentes profundidades de semeadura e em ambiente sem e com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.....	32
FIGURA 08 - Índice de velocidade de emergência dos lotes de sementes de milho com alto vigor (LAT), médio vigor (LME) e vigor marginal (LMA) em função da profundidade de semeadura, em solo de textura argilosa e sem restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012	34

FIGURA 09 - Porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência, velocidade média, incerteza e sincronia de plântulas de milho, obtidas no teste de emergência em canteiros com solo de textura média, em diferentes profundidades de semeadura, sem e com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.....	38
FIGURA 10 - Índice de emergência a campo de plântulas de milho, obtidas no teste de emergência em canteiros com solo de textura média, em diferentes profundidades de semeadura e em ambiente sem e com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.....	39
FIGURA 11 - Tempo médio e coeficiente de variação do tempo médio para emergência de plântulas, obtidas no teste de emergência em canteiro com solo de textura média a diferentes profundidades de semeadura, em ambiente sem restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.....	40
FIGURA 12 - Tempo médio de emergência de plântulas de milho, oriundas de sementes de lotes de alto vigor (LAT), médio vigor (LME) e com vigor marginal (LMA), semeadas a diferentes profundidades em solo de textura média, em ambiente com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.....	41
FIGURA 13 - Emergência de plântula de milho em sentido paralelo à superfície do solo, tendo a parte aérea tendo sido responsável pela força para rompimento da camada de solo. Uberlândia-MG, 2012.....	50
FIGURA 16 - Desempenho geral das plântulas obtidas à partir de lotes de sementes de milho com vigor marginal, vigor médio e vigor alto, semeadas a diferentes profundidades no teste de emergência de plântulas em canteiro com solo de textura muito argilosa, sem restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.....	60
FIGURA 17 - Desempenho geral das plântulas obtidas à partir de lotes de sementes de milho com vigor marginal, vigor médio e vigor alto, semeadas a diferentes profundidades no teste de emergência de plântulas em canteiro com solo de textura média, sem restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.....	61

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - Levantamento comparativo, das metodologias empregadas por alguns pesquisadores na condução do teste de emergência em campo com sementes de milho	7
TABELA 02 - Caracterização dos lotes de sementes de milho utilizados nos experimentos ¹ . Uberlândia-MG, 2012.....	11
TABELA 03 - Características químicas e físicas dos solos retirados à profundidade de 0 a 20 centímetros, nas fazendas experimentais do Glória e da Água Limpa, pertencentes à Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia-MG, 2012.....	13
TABELA 04 - Esquema da análise de variância individual para avaliar o desempenho dos lotes de sementes de milho, em diferentes profundidades, nos solos de textura muito argilosa e média, sem e com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.....	18
TABELA 05 - Esquema da análise de variância conjunta para avaliar o desempenho dos lotes de sementes de milho, em diferentes profundidades, nos solos de textura muito argilosa e média, em função do regime hídrico. Uberlândia-MG, 2012.....	18
TABELA 06 - Esquema da análise de variância conjunta para avaliar o desempenho dos lotes de sementes de milho, em diferentes profundidades, em função da textura do solo, para cada regime hídrico. Uberlândia-MG, 2012.....	18
TABELA 07 - Resumo dos testes de homogeneidade e normalidade dos dados referentes ao teste de emergência em canteiro com solo de textura muito argilosa, com sementes de milho de diferentes níveis de vigor semeado em diferentes profundidades, com e sem restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.....	20
TABELA 08 - Resumo dos testes de homogeneidade e normalidade dos dados referentes ao teste de emergência em canteiro com solo de textura média, com sementes de milho de diferentes níveis de vigor, semeadas em diferentes profundidades, com e sem restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.....	21
TABELA 09 - Resumo dos testes de homogeneidade e normalidade da análise conjunta dos dados referentes ao teste de emergência em canteiro com solo de textura muito argilosa e de textura média, com sementes de milho de diferentes níveis de vigor e semeadas em diferentes profundidades, comparando ambientes sem e com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.....	22
TABELA 10 - Resumo dos testes de homogeneidade e normalidade da análise conjunta dos dados referentes ao teste de emergência em canteiros com sementes de milho de diferentes níveis de vigor e semeadas em diferentes profundidades, com e sem restrição hídrica, comparando o efeito da textura do solo. Uberlândia-MG, 2012.....	24

TABELA 11 - Resumo das análises de variância dos dados de emergência (E), tempo médio de emergência (t), coeficiente de variação do tempo (CV _t), velocidade média (v), incerteza (I), sincronia (Z), índice de velocidade de emergência (IVE) e índice de emergência a campo (IEC) de milho obtido no teste de emergência de plântulas em canteiro com solo de textura muito argilosa, à partir de lotes de sementes com diferentes níveis de vigor. Uberlândia-MG, 2012.....	25
TABELA 12 - Emergência (E), coeficiente de variação do tempo (CV _t), velocidade média (v) incerteza (U), sincronia (Z), tempo médio de emergência (t) e índice de velocidade de emergência (IVE) obtidos no teste de emergência de plântulas em canteiro com solo de textura muito argilosa, à partir de lotes de sementes de milho com diferentes níveis de vigor, com e sem restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.....	27
TABELA 13 - Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de milho, obtido no teste de emergência em canteiro com solo de textura muito argilosa com restrição hídrica, em função do nível do vigor nas diferentes profundidades de semeadura das sementes de milho. Uberlândia-MG, 2012.....	31
TABELA 14 - Resumo do desdobramento da interação Nv x P da análise de variância referente ao dados obtidos no teste de emergência, para estudar o índice de velocidade de emergência (IVE), em função da profundidade, em cada nível de vigor de sementes de milho, semeadas em canteiros com solo de textura muito argilosa, com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.....	33
TABELA 15 - Resumo das análises de variância dos dados de emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (t), coeficiente de variação do tempo (CV _t), velocidade média (v), incerteza (I), sincronia (Z)e índice de emergência a campo (IEC) obtido no teste de emergência de plântulas, à partir de sementes de milho com diferentes níveis de vigor, semeadas em canteiros com solo de textura média, em diferentes profundidades, sem e com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.....	35
TABELA 16 - Emergência (E), coeficiente de variação do tempo (CV _t), velocidade média (v), incerteza (I), sincronia (Z), tempo médio de emergência (t) índice de velocidade de emergência (IVE) e índice de emergência a campo (IEC) de plântulas de milho, obtidos no teste de emergência em canteiro com solo de textura média, a partir de lotes de sementes de milho com diferentes níveis de vigor, sem e com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.....	37
TABELA 17 - Resumo do desdobramento da interação NV x P da análise de variância dos dados obtidos no teste de emergência, para estudar o tempo médio de emergência (t), em função da profundidade, em cada nível de vigor de sementes de milho, semeadas em canteiros com solo de textura média, com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.....	41

TABELA 18 - Tempo médio (dias) de emergência de plântulas de milho, obtido no teste de emergência em canteiro com solo de textura média, a partir de lotes de sementes de milho com diferentes níveis de vigor, semeadas a diferentes profundidades, em ambiente com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.....	42
TABELA 19 - Resumo das análises de variância conjunta dos dados de emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (t), coeficiente de variação do tempo (CV _t), velocidade média (v), incerteza (I), sincronia (Z) e índice de emergência a campo (IEC) obtido no teste de emergência em canteiro, nos experimentos conduzidos com e sem restrição hídrica, para avaliar a interferência da restrição hídrica, do vigor das sementes e da profundidade de semeadura, na emergência de sementes de milho em canteiro com solo de textura muito argilosa e em solo de textura média. Uberlândia-MG, 2012.....	44
TABELA 20 - Emergência (E), velocidade média (v) e índice de velocidade de emergência (IVE) e sincronia (Z) na emergência de plântulas de milho em diferentes profundidades de semeadura, regimes hídricos e nível de vigor dos lotes de sementes, em canteiros com solo de textura muito argilosa. Uberlândia-MG, 2012.....	45
TABELA 21 - Tempo médio (t), coeficiente de variação do tempo (CV _t), incerteza (I) e índice de emergência a campo (IEC) na emergência de plântulas obtidas de sementes de milho no teste de emergência em canteiro com solo de textura muito argilosa, sob dois regimes hídricos. Uberlândia-MG, 2012.....	47
TABELA 22 - Emergência (%) e índice de emergência a campo (IEC) de plântulas de milho obtidas de sementes, com diferentes níveis de vigor, submetidas a dois regimes hídricos e semeadas a diferentes profundidades, no teste de emergência de plântulas em canteiro com solo de textura média. Uberlândia-MG, 2012.....	47
TABELA 23 - Velocidade média (v), coeficiente de variação do tempo (CV _t), sincronia (Z), incerteza (I) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de milho obtidas de sementes submetidas a dois regimes hídricos, semeadas a diferentes profundidades, e tempo médio (t), obtidos no teste de emergência de plântulas em canteiro com solo de textura média. Uberlândia-MG, 2012.....	49
TABELA 24 - Resumo das análises de variância conjunta dos dados de emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (t), coeficiente de variação do tempo (CV _t), velocidade média (v), incerteza (I), sincronia (Z) e índice de emergência a campo (IEC) obtido no teste de emergência de plântulas em canteiro cujos experimentos foram conduzidos sem e com restrição hídrica, para avaliar a interferência da textura do solo, do vigor das sementes e da profundidade de semeadura, na resposta de sementes de milho ao teste de emergência em canteiros. Uberlândia-MG, 2012.....	51

TABELA 25 - Emergência e Tempo médio de emergência de plântulas de milho obtidas de sementes semeadas em solos com diferentes texturas, no teste de emergência de plântulas em canteiro, sem restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.....	52
TABELA 26 - Coeficiente de variação do tempo, velocidade média, incerteza, sincronia e índice de emergência a campo de plântulas de milho obtidas no teste de emergência em canteiro de plântulas com solo de diferentes texturas e profundidades de semeadura, sem restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.....	53
TABELA 27 - Índice de Velocidade Emergência de plântulas de milho no teste de emergência de plântulas em canteiro com solo de diferentes texturas, em função da profundidade de semeadura e do nível de vigor das sementes, sem restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.....	54
TABELA 28 - Emergência, velocidade média, índice de velocidade de emergência, índice de emergência a campo e sincronia de plântulas de milho obtidas no teste de emergência de plântulas em canteiro com solo de diferentes texturas e profundidades de semeadura, de lotes de sementes com três níveis de vigor, em ambiente com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.....	55
TABELA 29 - Tempo médio de emergência e Coeficiente de variação do tempo de emergência de plântulas de milho, obtidas no teste de emergência em canteiro com solo de diferentes texturas. Uberlândia-MG, 2012.....	56

RESUMO

NERY-SILVA, Flavia Andrea. Potencial do teste de emergência em canteiro para estimar o estabelecimento da cultura do milho no campo. 2012. 69p. Tese (Doutorado em Agronomia) — Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.¹

Lotes de sementes com alta qualidade fisiológica indicam que provavelmente ocorrerá boa performance em diversas condições de campo, e o teste de germinação em laboratório é a referência para avaliar essa qualidade, sendo conduzido sob condições ótimas para expressão de todo o potencial das sementes. Entretanto, nem sempre os resultados de laboratório se repetem em condições de campo, onde as condições do leito de semeadura não são ideais para que expressem a mesma germinação. O teste de emergência em canteiro pode auxiliar na obtenção de informações mais confiáveis sobre o desempenho dos lotes. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência do teste de emergência em campo para confirmar os resultados do desempenho fisiológico de sementes, em diferentes condições edáficas, sem e com déficit hídrico. Foram conduzidos quatro experimentos, constituídos pela combinação de dois tipos de textura (muito argilosa e média) e dois regimes hídricos (com e sem restrição). Em todos os experimentos o delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições. Os tratamentos foram distribuídos no esquema fatorial (3x4). O primeiro fator foi constituído por três lotes de sementes com diferentes níveis de vigor (alto, médio e vigor marginal) e o segundo fator por quatro profundidades de semeadura (2, 4, 6 e 8 cm). Foram realizadas leituras diárias da emergência das plântulas até a estabilização da emergência. A partir desses dados foram calculadas as variáveis: Emergência (E), Índice de velocidade de emergência (IVE), Índice de emergência a campo (IEC), Tempo médio de emergência (\bar{t}), Velocidade média de emergência (\bar{v}), Coeficiente de variação do tempo (CV t), Índice de sincronia da emergência (Z), Incerteza (I) e Frequência relativa da emergência (Fr). Os dados foram comparados individualmente para cada textura de solo e seu regime hídrico, e pela análise conjunta, comparando os efeitos das texturas e os efeitos da restrição hídrica nas texturas do solo. Concluiu-se que, a) as variações na textura do solo, profundidade de semeadura e regime hídrico, influenciam na performance das sementes de milho de forma distinta em função do nível de vigor, b) as interações entre os fatores estudados e os níveis são a prova conclusiva de que a utilização do teste de emergência em campo está equivocada para validação de testes de vigor em laboratório, e c) medidas de emergência de plântulas em campo pouco usuais como as utilizadas neste trabalho são importante ferramenta para descrever o processo da emergência de plântulas de milho.

Palavras-chave: vigor, textura, solo, estande inicial.

¹ Comitê Orientador: Carlos Machado dos Santos - UFU (Orientador) e Denise Garcia de Santana - UFU (Co-Orientadora).

ABSTRACT

NERY-SILVA, Flavia Andrea. Potential of the emergence test in seed beds to estimate the establishment of maize in the field. 2012. 69f. Thesis (Doctorate in Agronomy) — Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.²

High physiological quality seed lots indicate that, probably, there will be good performance under several field conditions, and the reference to evaluate this quality is the germination test in the laboratory, which is done under optimal conditions to express all the seed potential. However, laboratory results do not always repeat in the field, where conditions of the seed bed are not ideal to express the same germination. The emergence test in seed bed can aid in obtaining more reliable information about the performance of seed lots. Therefore, this study evaluated the efficacy of field emergence test to confirm the physiological performance of maize seeds, under different soil conditions, with or without water deficit. Four experiments were done, consisting in the combination of two soil types, very clayey or medium texture, and two hydric regimens (with or without restriction). The experimental design was randomized blocks, with three repetitions, for all experiments. The treatments were distributed as a 3x4 factorial. The first factor consisted of three seed lots with different vigor levels (high, medium and marginal vigor) and the second factor of four sowing depths (2, 4, 6 and 8 cm). Daily readings of seedling emergence were done until stabilization of emergence. The following variables were calculated with the data collected: Emergence (E), Index of emergence velocity (IVE), Index of field emergence (IEC), Average time for emergence (\bar{t}), Average emergence velocity (\bar{v}), Coefficient of variation of time (CV t), Index of emergence synchrony (Z), Uncertainty (I) and Relative frequency of emergence (Fr). The data were compared individually for each soil texture and its hydric regimen, and by grouped analysis, comparing the effects of soil textures, and the effects of water restriction in the soil textures. It can be concluded that: a) the variations in soil texture, sowing depth, and hydric regimen affected the performance of maize seeds distinctly as a function of vigor level, b) the interactions among the factors studied and the levels are conclusive proof that the use of field emergence test is equivocated for the validation of vigor tests in the laboratory, and c) unusual seedling emergence measures in the field, such as those used in this study, are important tools to describe the emergence process of maize seedlings.

Keywords: vigor, texture, soil, initial stand.

²Supervising Committee: Carlos Machado dos Santos – UFU (Supervisor) and Denise Garcia de Santana – UFU (Co-Advisor).

1 INTRODUÇÃO

No processo de produção de sementes, a avaliação da qualidade constitui ferramenta de inestimável valor. É com base nos resultados obtidos que o empreendedor rural tomará as decisões relativas aos fatores de construção da produtividade. Dentre estes, a avaliação da identidade genética do material, a necessidade de tratamento das sementes e a densidade de semeadura, entre outros.

Agindo dessa forma, salvo em casos de ocorrência de condições extremamente adversas, o empreendedor rural terá garantia da obtenção do estande desejado para se chegar a população ótima recomendada, sem possibilidades de disseminação de doenças, pragas e plantas infestantes por meio das sementes da cultura. Desta forma, irá possibilitar a variedade ou híbrido selecionado expressar todo o seu potencial genético tanto em termos quantitativos quanto qualitativos.

Dos testes empregados pelos laboratórios para avaliar a qualidade das amostras de lotes de sementes, o teste de germinação é o teste de referência, uma vez que é conduzido sob condições ótimas de temperatura, aeração e umidade, de forma que as sementes avaliadas possam apresentar o máximo desempenho de germinação, atestando, comparativamente, a qualidade de diferentes lotes a serem comercializados. Entretanto, os resultados obtidos no teste de germinação nem sempre são aqueles observados em campo, onde as condições não são ideais para possibilitar que expressem a mesma germinação. Em campo, vários fatores podem influenciar no processo de germinação e emergência das sementes, ocorrendo variações na umidade e temperatura do solo, na profundidade de semeadura e interferência osmótica da adubação de plantio no processo de embebição da semente.

Assim, a comparação de dados de germinação e vigor obtidos em laboratório, onde existe alto nível de controle das condições de condução e todos os procedimentos são padronizados, com dados de emergência em campo, que são obtidos dentro de uma condição de baixo controle dos diversos fatores envolvidos no processo de germinação e emergência, deve ser realizada com cautela. Nesse contexto, uma melhor definição do teste de emergência em campo poderia auxiliar na obtenção de informações mais confiáveis.

Nos diversos artigos consultados, existe grande variabilidade nas informações fornecidas sobre em quais condições o teste de emergência a campo foi conduzido.

Entretanto, este teste tem sido amplamente utilizado por pesquisadores da área de sementes para validar resultados de testes de vigor, realizado em condições de laboratório.

O teste de emergência em campo deveria, num primeiro momento, atender às recomendações técnicas para cultura de acordo com a região onde serão semeadas as sementes de determinado lote, respeitando espaçamento, profundidade, densidade de plantas, adubação. Somente pelo atendimento das recomendações técnicas seria possível obter resultados mais próximos da semeadura em momento real e assim o teste de emergência a campo poderia servir como um sensor com alto nível de confiança para ser comparado com os diversos testes de laboratório.

Portanto, o objetivo geral desse trabalho foi avaliar a eficiência do teste de emergência de plântulas, em canteiro, para confirmar os resultados de desempenho fisiológico de sementes de milho, avaliado em laboratório. Os objetivos específicos foram comparar a emergência em canteiro, de lotes de sementes de milho em diferentes condições edáficas e hídricas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Potencial de lotes de sementes para estabelecimento a campo

O desenvolvimento de uma cultura é relacionado com a capacidade da espécie em obter fontes de energia para o seu crescimento e da sua habilidade competitiva no ambiente ao qual foi submetida. Sob esse aspecto, espera-se, após a instalação de um campo comercial, que ocorra rápido estabelecimento da cultura no campo, com estande e população de plantas uniformes. O primeiro passo nesse sentido é o uso de sementes de alta qualidade, que atenda aos atributos de qualidade, sejam genético, físico, sanitário e fisiológico.

Na fase inicial de desenvolvimento, as reservas das sementes são a garantia da plântula em formação para sua emergência e estabelecimento. Nesse sentido, Durães et al. (1994) observaram que o vigor das sementes de milho afetou a emergência em campo e a capacidade das plântulas em acumular matéria seca nos períodos iniciais de crescimento.

Andreoli et al. (2002), avaliando o desempenho de lotes de sementes de milho, observaram que a emergência em campo atingiu valores superiores a 95% quando foram utilizados lotes de qualidade superior (90 e 95% no teste de germinação). Quando foram utilizados lotes de qualidade inferior, menor que 75% de germinação, houve redução de 21% na produtividade da cultura, confirmado pelo fato de que a população final de plantas de milho, assim como o número de espigas e a produção de espigas foram influenciados pela qualidade inicial das sementes.

Dias, Mondo e Cícero (2010) utilizaram lotes de sementes de milho classificados como vigoroso, intermediário e menos vigoroso, e observaram que houve maior crescimento inicial de plântulas originadas de lotes mais vigorosos. Por outro lado, os dois lotes de vigor intermediário apresentaram desempenho distintos, sendo um deles de comportamento similar ao vigoroso e o outro ao menos vigoroso. Concluíram que houve influência direta do vigor das sementes no crescimento inicial das plântulas de milho. Esse comportamento também foi observado por Höfs et al. (2004), para o arroz, e Schuchet et al. (1999), para aveia preta.

Schuch, Kolchinski e Finatto (2009), trabalhando com sementes de soja, verificaram que aquelas com alto potencial fisiológico deram origem a plantas com

produtividade superior a 25%, quando comparada à produtividade de plantas originadas de sementes de baixo potencial fisiológico. Fato também confirmado por Dias, Mondo e Cícero (2010), que observaram o efeito do vigor sobre o crescimento inicial de plantas de milho, oferecendo maior capacidade competitiva à cultura, diante das plantas daninhas.

Dada a importância da qualidade da semente para implantação de culturas em campo, Andreoli et al. (2002) ressaltaram que, no caso do milho, essa qualidade é fundamental para o estabelecimento da cultura e o aumento da produtividade. Sugeriram que os produtores deveriam utilizar lotes de sementes com germinação superior a 95%. Verificaram ainda, que aumentos na densidade de semeadura não compensaram a menor qualidade apresentada por lotes considerados inferiores quanto aos seus resultados de laboratório e campo.

2.2 Associação entre resultados de laboratório e de campo

Alta qualidade fisiológica observada em um lote de sementes, por meio dos testes de vigor e germinação, indica grande probabilidade desse lote apresentar boa performance sob larga variedade de condições ambientais, observado por Vieira et al. (2004) e anteriormente confirmado por outros autores como Vieira (1994), Egli e Tekrony (1996) e Marcos Filho (1999). O mesmo não acontece com lotes de qualidade fisiológica intermediária ou marginal.

Vários estudos têm sido realizados com ênfase na validação de testes rápidos que possam estimar o desempenho de diferentes lotes de sementes em campo. Torres, Vieira e Panobianco (2004), consideram que a relação entre os resultados de testes de laboratório e a emergência de plântulas no campo é diretamente influenciada pelas condições ambientais e procedimentos de plantio.

A possibilidade dos testes de laboratório estimarem o potencial de emergência de sementes decresce à medida que as condições ambientais tornam-se menos adequadas. Conceito também aceito por Egli e Tekrony (1995) e anteriormente por Burris (1976) que consideram complicado esperar correlação consistente entre os resultados de testes de laboratório e a performance no campo, porque na realidade esta relação depende das condições de campo e de cada local de cultivo. Para esse autor, o melhor lote de sementes não terá performance satisfatória, se for semeado em condições de plantio desfavoráveis.

Em outro estudo, Egli e Tekrony (1996) concluíram que, sob condições desfavoráveis de semeadura, alguns lotes de sementes de soja, apesar de apresentarem bons resultados nos testes de vigor em laboratório, não conseguiram produzir população adequada de plantas no campo relacionáveis com os valores obtidos em condições ótimas do teste de germinação.

Em trabalhos realizados por diferentes autores com a cultura da soja (EGLI; TEKRONY, 1995; TORRES; VIEIRA; PANOBIANCO, 2004; SCHUAB et al., 2006), observa-se que todos concordaram em suas conclusões que testes de vigor, principalmente o de envelhecimento acelerado, permitiram predizer, com eficiência superior a 80%, a emergência de plântulas a campo, mas que condições desfavoráveis de semeadura e de condução reduzem essa eficiência, tornando a correlação não significativa.

Comparando o teste de condutividade elétrica com o teste de emergência de plântulas de soja em campo, Vieira et al. (2004) observaram que houve correlação positiva entre os dois testes ($P<0.05$) e consideraram que o teste de condutividade elétrica pode estimar com acurácia o desempenho de lotes em campo, sob várias condições climáticas de cultivo. Para condições ambientais adequadas à semeadura o valor máximo de leitura para condutividade elétrica seria de $110 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ e que, sob condições não ideais à semeadura, esse valor deve ser $90 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$.

Segundo Tekrony e Egli (1977), a correlação significativa indica simplesmente tendência de variação semelhante entre duas características; não significa, entretanto que exista correspondente precisão de estimativa da qualidade do lote avaliado.

Num estudo mais detalhado, Torres et al. (2004) observaram que lotes de sementes com alto vigor se correlacionaram com altos valores de r^2 , com os resultados da emergência em campo. Além disso, a acurácia para o uso de envelhecimento acelerado como padrão foi dependente das condições de cultivo e que a correlação consistente entre os resultados dos testes de laboratório e da performance em campo depende das condições ambientais durante a semeadura das plântulas.

Schuabet al. (2006) observaram que testes de laboratório, como germinação (primeira contagem e contagem final), tetrazólio e envelhecimento acelerado, apresentam correlação entre si e também com a emergência em campo. Mas consideram que a interpretação dos resultados obtidos entre os testes de laboratório e de emergência em campo não deve se basear apenas na análise de correlação, uma vez que isto pode levar a interpretações incorretas devido a insuficiência de dados.

O uso exclusivo da análise de correlação na avaliação da eficiência comparativa dos testes de vigor pode contribuir para a obtenção de informações incompletas ou enganosas, e que essa constatação merece atenção especial durante a condução de pesquisas sobre qualidade de lotes de sementes e suas respostas à campo, pois os dados podem se correlacionar positiva ou negativamente apenas porque apresentam tendências de variação comparáveis entre si (MARCOS FILHO et al., 1984).

Toledo et al. (1999), tecendo comentários sobre a importância de se estimar o vigor de sementes de milho, consideraram a falta de padronização do teste de frio como um entrave para a obtenção de resultados comparáveis. Eles citaram Nijenstein, que em 1985 observou que variações referentes ao tipo do substrato, ao umedecimento do mesmo, temperatura e período de exposição das sementes ao estresse poderiam influenciar no resultado do teste de frio como referência para atestar vigor em sementes de milho.

2.3 Teste de emergência de plântulas a campo

Apesar de grande parte dos trabalhos sobre a qualidade fisiológica de sementes sempre relacionarem os testes de germinação e de vigor com o desempenho de sementes na emergência a campo, pouco se observa de padrão na implantação e condução desse teste em campo. No campo, as condições ambientais podem ser muito mais variáveis do que àquelas que os testes de vigor poderiam prever ou relacionar, e assim, a montagem dos campos de avaliação deveria ser padronizada e mais controlada para que os dados obtidos possam ser cruzados e relacionados com maior segurança.

Nos diversos registros levantados, existe grande variabilidade nas informações fornecidas sobre em quais condições o teste de emergência de plântulas a campo foi conduzido. Para confirmar essa questão, artigos foram consultados, quanto aos critérios utilizados para implantação do teste de emergência à campo para sementes de milho, os quais são apresentados na Tabela 01.

Estudando os artigos, constata-se que nas diversas propostas de validação de testes de vigor, os lotes à serem analisados são submetidos a uma condição ambiental não padronizada e que na maioria das vezes desconsidera as recomendações técnicas para a semeadura dessa cultura. Podem ser observadas, de forma frequente, variações temporais, com diferentes datas de semeadura ou mesmo diferentes anos agrícolas (Tabela 01).

TABELA 01 - Levantamento comparativo, das metodologias empregadas por alguns pesquisadores na condução do teste de emergência em campo com sementes de milho.

Referências	Técnicas empregadas na execução do teste de campo					
	A	B	C	D	E	F
Bilia, Fancelli e Marcos Filho (1994)	4,0 x 0,4	100	NC	7	25,0	15
Torres (1998)	5,0 x 0,5	100	NC	3	20,0	21
Piana e Silva (1998)	4,0 x 0,5	50	4	3	12,5	14
Cícero e Silva (2003)	2,0 x 0,3	50	NC	NC	25,0	21
Fesselet et al. (2003)	2,5x0,5	50	NC	5	20,0	14
Ferreira e Sá (2010)	4,0 x 0,4	50	NC	3	12,5	14
Zucarelli et al. (2011)	2,5x0,3	50	4	5	20,0	14

A - Comprimento e espaçamento entre sulcos (m)

B - Numero de sementes por parcela

C - Número de repetições

D - Profundidade de plantio (cm)

E - Densidade (sementes/m)

F - Número de dias para avaliação

NC - Não citado na metodologia

Marcos Filho et al. (1984) consideravam a estimativa da porcentagem de emergência de plântulas à campo tarefa difícil, pela inexistência até aquele momento, de metodologia padronizada e totalmente eficiente para essa avaliação.

Um mesmo lote de sementes pode apresentar respostas diferenciadas quanto aos seus resultados de emergência em campo, quando semeado à mesma época e em diferentes condições ambientais, como tipo de solo, diversidade microbiana, umidade relativa do ar e umidade do solo e temperaturas do ar e do solo.

De forma geral, a estimativa da porcentagem de emergência de plântulas no campo se constitui em tarefa difícil, tendo em vista que as condições edafoclimáticas podem ser amplamente variáveis. Como os resultados dos testes de laboratório utilizam numerosos índices para sua caracterização, torna-se difícil ressaltar o potencial produtivo de um lote de sementes e relacioná-lo com os resultados de campo (MARCOS FILHO et al., 1984).

Segundo Sileshi (2012), em estudos envolvendo germinação e emergência, é possível trabalhar com repetições a diferentes níveis (blocos e parcelas experimentais como placas de Petri, rolo de papel, caixas gerbox, entre outros). Entretanto, se testes de médias serão aplicados aos resultados, o atendimento às premissas básicas do planejamento experimental deve ser seguido. Nos estudos com sementes, o fato mais comum é a pseudo-repetição, onde amostras são subdivididas formando repetições de

tamanho reduzido, e a partir das quais são feitas inferências estatísticas para testar efeitos de tratamentos nos quais experimentos não apresentavam repetições ou estas repetições não eram estatisticamente independentes. Além das pseudo-repetições, tem sido verificados descuidos quanto à casualização e o controle local que são os princípios básicos da experimentação.

2.4 Fatores que podem afetar o desempenho de um lote de sementes a campo

Ao ser colocada no leito de semeadura, a semente é transferida para um novo ambiente, no qual as condições edafoclimáticas podem influenciar significativamente nos processos bioquímicos e fisiológicos, relacionados ao processo de germinação, emergência e estabelecimento da nova plântula.

A emergência da plântula é o primeiro evento fenológico após a geminação das sementes, por meio do qual a plântula entra em sua fase produtiva e consegue se estabelecer por si, sendo de grande importância para o crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas. Após a emergência da plântula, a planta jovem torna-se autotrófica por meio do desenvolvimento de suas estruturas de crescimento. Geralmente, as estruturas radiculares na planta jovem são maiores que as da parte aérea e, dessa forma, a temperatura do solo afeta seu crescimento e desenvolvimento (AWAL; IKEDA, 2002).

Assim, a emergência a campo pode variar largamente e é influenciada pela qualidade da semente, profundidade e condições do leito de semeadura como temperatura, níveis de oxigenação e de umidade e microrganismos do solo (FABRIZI et al., 2005; REZENDE et al., 2003; PIANA; SILVA, 1998; BURRIS, 1976). Além desses fatores, outros autores relacionaram a influência da estrutura do solo e o nível de compactação sobre as sementes, na germinação e emergência das plântulas (GALLARDO-CARRERA et al., 2007; CORTEZ et al., 2007; PRADO et al., 2001; BRAUNACK, 1995; NARS; SELLES, 1995).

Fessehazion (2005) considerou a temperatura como principal fator influenciando a emergência em campo, em diferentes épocas de semeadura, sendo os valores mais inferiores observados nos ensaios realizados em épocas mais frias. Por outro lado, quando sob condições favoráveis, foram observados os melhores resultados na emergência e esses foram diminuídos sob condições de estresses ambientais, indicando

diferenças no vigor dos diferentes lotes. Para amendoim, Awal e Ikeda (2002) observaram que a atividade fisiológica da semente em germinação aumentou com a elevação da temperatura do solo em áreas com diferentes tipos de coberturas, e que flutuações de aquecimento na temperatura diurna aceleraram o processo de germinação suficientemente para permitir a ruptura da radícula e emergência da plâmula.

Trabalhando com sementes de feijão comum, Kolasinska, Szyrmer e Dul (2000) observaram que todos os fatores ambientais mensurados influenciaram na emergência à campo, mas a temperatura do solo foi o que se mostrou mais evidente. Estes concluíram que somente a temperatura não é o fator ambiental mais importante para definir a emergência a campo, porém é um fator hábil para diferenciar potencial de emergência de um lote de sementes.

Para milho, Weaich, Bristow e Cass (1992) observaram que as variáveis estudadas que mais afetaram a emergência das plântulas foram a temperatura e o grau de umidade do solo.

A temperatura do solo pode influenciar o crescimento das plantas porque determina a taxa de crescimento e elongação da parte aérea. Para milho, a temperatura do ar e do solo deve ficar entre 21 e 30° C, faixa na qual ocorrerá melhor desenvolvimento e crescimento da parte aérea. Mesmo havendo umidade adequada no solo, à medida que a temperatura diminui, a semente necessita de mais tempo para emergir (RITCHIE; HANWAY; BENSON, 2003). Além disso, Weaich, Bristow e Cass (1992) consideraram que temperaturas superiores a 40°C ou mais podem causar danos no crescimento, evidenciado pela redução da taxa de elongação do mesocótilo.

A época de semeadura das culturas pode alterar significativamente a produtividade de uma lavoura. Geralmente, essa prática fica condicionada à presença de umidade no solo originária de chuvas, uma vez que para a maioria das culturas adota-se um sistema produtivo sem o auxílio de métodos de irrigação. Muitas vezes, o produtor realiza a semeadura em solos com baixo teor de umidade, procedimento denominado de semeadura à seco ou no pó, e nessas condições a germinação das sementes será em função das chuvas iniciais (REZENDE et al., 2003). Dessa forma, a germinação pode ser influenciada pelo estresse hídrico, levando ao atraso na iniciação, favorecendo maior deterioração pelo ataque de microrganismos presentes tanto no solo, quanto na própria semente. Na cultura da soja, a semeadura no seco, seguida por irrigações aos 7, 14 e 21 dias, indicou que houve decréscimo significativo na emergência das plantas à medida que se aumentou o período sem a irrigação (REZENDE et al., 2003).

A germinação tem início com a embebição, quando a semente absorve água e retoma o crescimento do eixo embrionário. Lindstrom, Papendick e Koehler (1976) observaram que a velocidade de absorção de água é controlada primariamente pela condutividade hidráulica do solo e pelo tegumento da semente, assim como pela superfície de contato solo-semente.

Agregados de solo de menor tamanho geralmente levam a maior porcentagem final de emergência de plântulas do que agregados maiores (ALEXANDER; MILLER, 1991; BRAUNACK, 1995). Solos de agregados menores permitem melhor contato do solo com a superfície das sementes aumentando a velocidade de embebição e germinação (MURUNGU et al., 2003). No entanto, existem evidências de que o contato direto do solo com a superfície da semente tenha, relativamente, pouca importância no processo de embebição de água, uma vez que o transporte de água na fase de vapor parece ser dominante nessa etapa (WUEST; ALBRECHT; SKIRVIN, 1999; WUEST, 2002).

Weaich, Bristow e Cass (1992) observaram, em milho, que apesar da extensão do coleóptilo não ter apresentado diferenças, a morfologia deste não foi a mesma em todos os tratamentos. Coleóptilos originados dos tratamentos nos quais o solo apresentava maior compactação sofreram maiores danos em relação à torção e à quebra do que àqueles de tratamentos submetidos à condições menos adversas. A habilidade do coleóptilo se desenvolver sob condições de solo não adequadas pode não ser tão vantajosa, pois seu crescimento ocorre paralelamente à superfície do solo através de poros, via que oferece baixa resistência para a emergência.

A parte aérea apresentada após a emergência das plântulas pode não refletir exatamente a resposta desta sob o solo. Weaich, Bristow e Cass (1992) verificaram que a taxa de elongação do coleóptilo não foi sensível à variação do leito de semeadura e que o elongamento do primeiro entrenó foi particularmente sensível às diferenças de resistência do solo. O elongamento do primeiro entrenó é o principal meio pelo qual a parte aérea chega à superfície do solo, e reduções no seu crescimento pela alta resistência do solo faz com que o crescimento do coleóptilo torne-se mais lento, e assim aumenta-se o tempo para alcançar a superfície do solo.

Em solos com maior compactação, as taxas de elongamento dos entrenós podem ser reduzidas pela força do solo. Nessa situação, apesar do coleóptilo não ter apresentado resposta às diferenças de tratamento na resistência do solo, ocorreram danos por queimas e torções na parte aérea (WEAICH; BRISTOW; CASS, 1992).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos quatro experimentos, nas instalações do Laboratório de Análise de Sementes (LASEM), da Casa de Vegetação e da área experimental do Campus Umuarama do Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Nesses experimentos, foram utilizados três lotes de sementes de milho e dois tipos de solos.

3.1 Descrição dos lotes de sementes

Para o trabalho, foram utilizados três lotes obtidos do mesmo campo de produção comercial de sementes de milho híbrido simples, fornecidos pela Monsanto do Brasil Ltda. Os lotes apresentavam germinação similar, porém com níveis de vigor diferentes atestados pelo teste de frio e foram nomeados como lote de vigor marginal (LMA), lote de médio vigor (LME) e lote de alto vigor (LAT) (Tabela 02). O lote de vigor marginal foi assim denominado por apresentar nível de vigor no limite mínimo para comercialização como semente, de acordo com os padrões internos de qualidade da empresa.

TABELA 02 - Caracterização dos lotes de sementes de milho utilizados nos experimentos¹. Uberlândia-MG, 2012.

Lote	Germinação (%)	Vigor - Teste de Frio (%)
LAT: lote de alto vigor	98	100
LME: lote de médio vigor	94	90
LMA: lote de vigor marginal	95	84

¹ Análises feitas no Laboratório de Análise de Sementes da Monsanto do Brasil Ltda, Uberlândia-MG.

3.2 Origem e características dos solos

A coleta de solo foi realizada em áreas das fazendas experimentais da UFU, denominadas fazendas do Glória e Água Limpa, no município de Uberlândia. Na área de coleta, foi passado o arado à profundidade de 20 cm seguido pela enxada rotativa (Figura 1A). A seguir, o solo foi peneirado (Figura 1B) e transportado para a área

experimental do Campus Umuarama, sendo distribuídos nos canteiros (Figura 1C e D). As análises químicas foram feitas nos Laboratórios de Análise de Solos (LABAS) e as análises físicas no Laboratório de Manejo de Solos (LAMAS), respectivamente, do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia (ICIAG/UFU), e são apresentadas na Tabela 03.



FIGURA 01 - Preparo e coleta do solo para enchimento dos canteiros (A e B); vista geral dos canteiros vazios (C), e dimensões dos canteiros (D) utilizados no teste de emergência, conduzido na área experimental do Campus Umuarama. Uberlândia-MG, 2012.

3.3 Experimentos, delineamento experimental e tratamentos

Foram conduzidos quatro experimentos, constituídos pela combinação de dois tipos de solos (texturas muito argilosa e média) cujas origens e características estão em 3.2, e dois regimes hídricos (com e sem restrição), conforme ilustrado na Figura 02.

Em todos os experimentos, o delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições.

Os tratamentos foram distribuídos no esquema fatorial (3x4). O primeiro fator foi constituído por três lotes de sementes, conforme descrito em 3.1, e o segundo fator por quatro profundidades de semeadura (2, 4, 6 e 8 cm) cujo esquema da distribuição das parcelas experimentais é apresentado na Figura 03.

TABELA 03 - Características químicas e físicas dos solos retirados à profundidade de 0 a 20 centímetros, nas fazendas experimentais do Glória e da Água Limpa, pertencentes à Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia-MG, 2012.

Unidade	Solos / Origem (Fazenda)	
	Glória	Água Limpa
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS		
pH H ₂ O	-	5,1
P meh ⁻¹	mg dm ⁻³	9,8
K ⁺	mg dm ⁻³	44
Ca ²⁺	cmolc dm ⁻³	1,1
Mg ²⁺	cmolc dm ⁻³	0,4
Al ³⁺	cmolc dm ⁻³	0,3
H+Al	cmolc dm ⁻³	4,2
MO	dag kg ⁻³	3,0
SB	cmolc dm ⁻³	1,6
t	cmolc dm ⁻³	1,90
T	cmolc dm ⁻³	5,80
V	%	28
m	%	16
B	mg dm ⁻³	0,15
Cu	mg dm ⁻³	0,3
Fe	mg dm ⁻³	35
Mn	mg dm ⁻³	1,2
Zn	mg dm ⁻³	0,3
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		
Areia grossa	g kg ⁻¹	89
Areia fina	g kg ⁻¹	60
Silte	g kg ⁻¹	80
Argila	g kg ⁻¹	771
Classe textural	-	Muito Argilosa
		Média

As parcelas foram constituídas por oito sulcos de 100 cm de comprimento, espaçadas de 0,4 cm, sendo semeadas 25 sementes por sulco, cujo detalhe é apresentado na figura 04.

3.4 Instalação e condução dos experimentos

Os canteiros foram construídos em estrutura de madeira diretamente sobre o solo, previamente nivelado, na área experimental do Campus Umuarama do ICIAG/UFU.

As dimensões dos canteiros foram de 5 m de comprimento por 1 m de largura e 0,30 m de profundidade, nos quais foi adicionado 1,4 m³ de solo (Figura 1D).

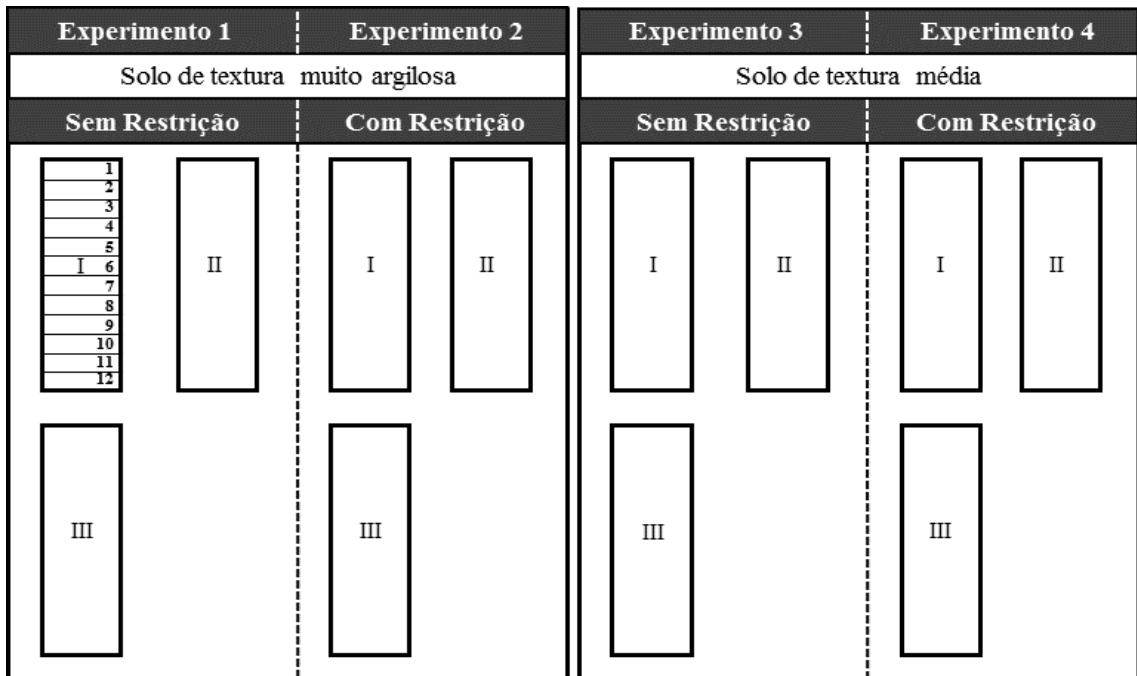


FIGURA 02 - Croqui da distribuição dos experimentos com os respectivos blocos (I, II e III) e das parcelas (1 a 12), na área experimental do Campus Umuarama, na qual foram instalados os canteiros. Uberlândia-MG, 2012.

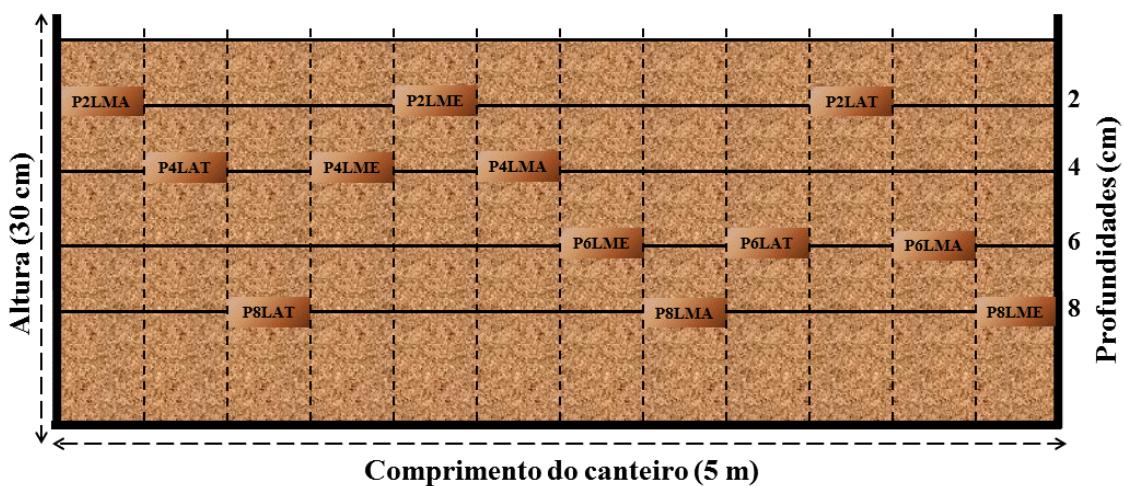


FIGURA 03 - Corte longitudinal bloco (canteiro) e transversal das parcelas mostrando a distribuição das parcelas experimentais, sendo P2, P4, P6 e P8 as profundidades (2, 4, 6 e 8 cm) e LAT, LME e LMA, os lotes de alto e médio e vigor marginal, respectivamente. Uberlândia-MG, 2012.

Após a montagem da estrutura em madeira, conforme ilustrado na Figura 1C, e do preenchimento dos canteiros com os respectivos solos (Figura 5A), metade dos canteiros foi coberta com estrutura metálica e plástica (Figura 5B). Desta forma, criaram-se dois ambientes: sem e com restrição hídrica.

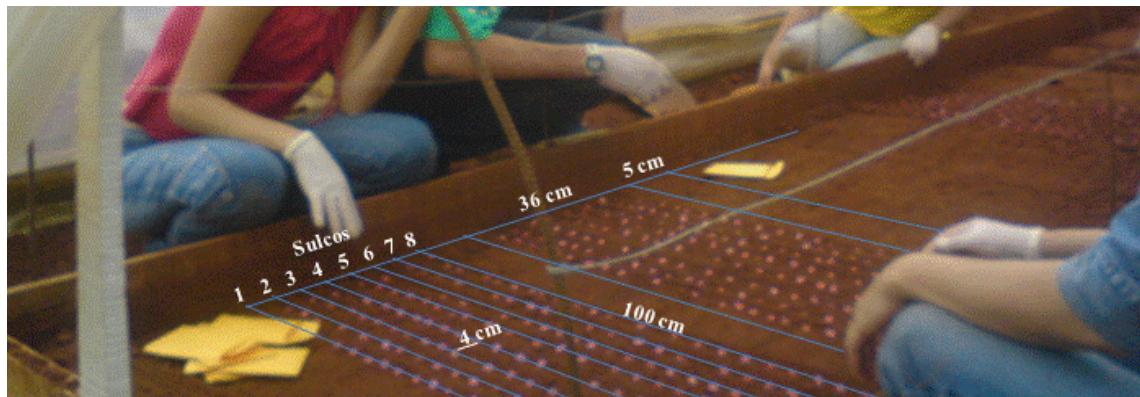


FIGURA 04 - Parcela experimental com indicação da área útil, comprimento dos sulcos e do espaçamento entre linhas de semeadura. Uberlândia-MG, 2012.



FIGURA 05 - Vista dos canteiros com preenchimento de solos (A) e estrutura montada para simulação do ambiente com restrição hídrica (B), no teste de emergência em canteiros, conduzido na área experimental do Campus Umuarama. Uberlândia-MG, 2012.

Após o enchimento dos canteiros com o solo e instalação da estrutura para simulação do ambiente com restrição hídrica, procedeu-se a semeadura das parcelas experimentais.

Os canteiros sem restrição hídrica foram irrigados imediatamente após a semeadura. Os canteiros com restrição hídrica receberam a cobertura plástica após a

semeadura e foram mantidos no seco por 15 dias, quando a cobertura foi retirada e os canteiros irrigados.

Foram realizadas leituras diárias das temperaturas máximas e mínimas do local de condução dos experimentos, sendo calculadas as temperaturas médias diárias (Figura 6).

A irrigação dos canteiros foi feita diariamente, considerando a capacidade de retenção de água dos solos e mantida a 60%, cuja determinação foi feita de acordo com as prescrições das Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009). Também foram consideradas as precipitações, obtidas por meio de pluviômetro instalado na área experimental. Os volumes de água (em mm) que cada experimento recebeu são apresentados na Figura 6.

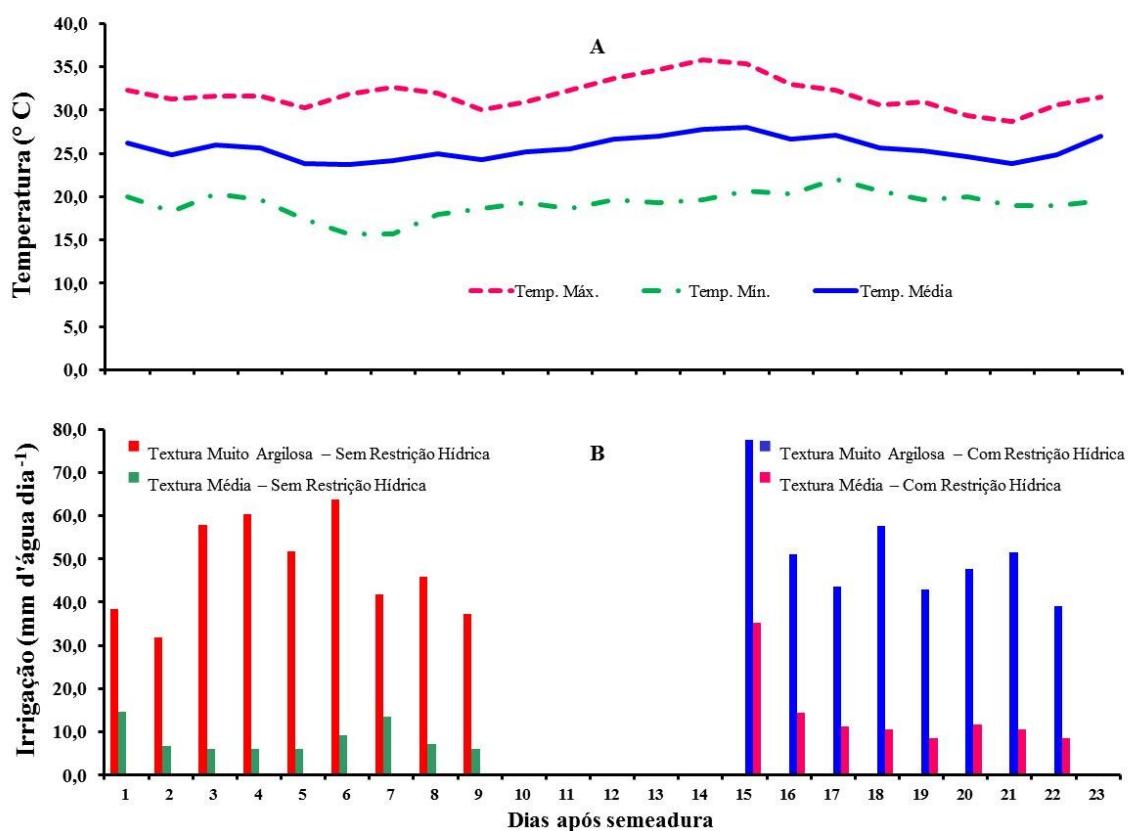


FIGURA 06 - Temperatura máxima, mínima e média diária (A) e volume de água que cada experimento recebeu (B) durante a condução do teste de emergência em canteiros. Uberlândia-MG, 2012.

3.5 Avaliações

Durante a condução do teste de emergência em canteiro, após a semeadura das parcelas experimentais, foram realizadas leituras diárias da emergência das plântulas de milho. As leituras foram realizadas todos os dias no mesmo horário (a cada 24 horas) e se deram até que ocorresse a estabilização da emergência, em cada parcela experimental. A partir dos dados de leituras diárias, foram calculadas as seguintes variáveis:

E - Emergência final, expresso em porcentagem;

IVE - Índice de velocidade de emergência, expresso em plântulas dia⁻¹ (MAGUIRE, 1962);

IEC - Índice de emergência a campo (EGLI; TEKRONY, 1996);

\bar{t} - Tempo médio de emergência, expresso em dias (LABOURIAU, 1983);

\bar{v} - Velocidade média de emergência, expresso em dias⁻¹ (LABOURIAU, 1970);

CV t - Coeficiente de variação do tempo, expresso em porcentagem (RANAL; SANTANA, 2006);

Z - Índice de sincronia da emergência (RANAL; SANTANA, 2006);

I - Incerteza, expressa em bit (LABOURIAU; VALADARES, 1976);

Fr - Frequência relativa da emergência (LABOURIAU; VALADARES, 1976).

3.6 Análises Estatísticas

Nos experimentos, foram estudadas as seguintes fontes de variação:

1 - tipo de solo, definido pela textura (muito argilosa e média);

2 - regime hídrico (com e sem restrição hídrica)

3 - profundidade de semeadura (2, 4, 6, 8 cm), e

4 - níveis de vigor dos lotes (alto, médio e marginal).

Os dados coletados foram submetidos aos testes de homogeneidade das variâncias e normalidade dos resíduos pelo programa estatístico SPSS. Os resultados desses testes e transformações aplicadas, quando necessário, são apresentados no item Resultados e Discussão. Após, os dados foram submetidos à análise de variância pelo programa estatístico SISVAR.

Na Tabela 04, é apresentado o esquema da análise de variância dos experimentos. E após os estudos individuais, as fontes de variação foram analisadas

conjuntamente para avaliar os efeitos da restrição hídrica em cada tipo de solo (Tabela 05) e o efeito da textura do solo para cada regime hídrico (Tabela 06).

TABELA 04 - Esquema da análise de variância individual para avaliar o desempenho dos lotes de sementes de milho, em diferentes profundidades, nos solos de textura muito argilosa e média, sem e com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.

Fontes de Variação	Graus de liberdade
Blocos	2
Nível de Vigor (Nv)	2
Profundidade(P)	(3)
Reg. Linear	1
Reg. Quadrática	1
Desvio de Regressão	1
Interação NV x P	6
Resíduo	22

TABELA 05 - Esquema da análise de variância conjunta para avaliar o desempenho dos lotes de sementes de milho, em diferentes profundidades, nos solos de textura muito argilosa e média, em função do regime hídrico. Uberlândia-MG, 2012.

Fontes de Variação	Graus de liberdade
Nível de vigor (Nv)	3
Profundidade (P)	2
Interação NV x P	6
Regime Hídrico (RH)	1
RH*P	3
RH*Nv	2
RH*P*Nv	6
Blocos (Regime Hídrico)	4
Resíduo	44

TABELA 06 - Esquema da análise de variância conjunta para avaliar o desempenho dos lotes de sementes de milho, em diferentes profundidades, em função da textura do solo, para cada regime hídrico. Uberlândia-MG, 2012.

Fontes de Variação	Graus de liberdade
Nível de Vigor (Nv)	3
Profundidade (P)	2
Interação NV x P	6
Textura do Solo (T)	1
T*P	3
T*Nv	2
T*P*Nv	6
Blocos (Textura do Solo)	4
Resíduo	44

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise da homogeneidade das variâncias e de normalidade dos resíduos

Na Tabela 07, é apresentado o resumo dos testes de homogeneidade e normalidade dos dados referentes ao teste de emergência em canteiros com solo de textura muito argilosa, com sementes de milho de diferentes níveis de vigor, semeadas em diferentes profundidades, com e sem restrição hídrica. Nota-se que a variável emergência (E), no ambiente sem restrição hídrica, não apresentou homogeneidade pelo teste de Levene e a transformação teve efeito positivo sobre os dados. Por outro lado, a velocidade média (\bar{v}), no ambiente com restrição hídrica, não apresentou normalidade (Teste de Shapiro-Wilk) e homogeneidade e, nesse caso, a transformação dos dados tornou os dados não significativos para o teste de Levene. Também, apesar de não ter o mesmo efeito para a normalidade, houve melhora na significância, expressa por redução no valor de W. Para a variável tempo médio (\bar{t}), os dados não apresentaram normalidade dos resíduos, mas a homogeneidade das variâncias foi não significativa e, dando-se preferência a esta última, os dados não foram transformados.

Na tabela 08, encontram-se os resumos dos testes de homogeneidade e normalidade dos dados referentes ao teste de emergência em canteiro com solo de textura média, com sementes de milho de diferentes níveis de vigor, semeado em diferentes profundidades, com e sem restrição hídrica. Observa-se, que no ambiente sem restrição, a variável tempo médio (\bar{t}) apresentou comportamento não homogêneo para o teste de Levene, e a transformação tornou os dados não significativos para esse teste. Ao analisar os dados do ambiente com restrição hídrica, nota-se que, para a E e o \bar{t} , os dados foram significativos para a normalidade dos resíduos mas, para a homogeneidade, das variâncias estes foram não significativos e, portanto, dando-se preferência para os resultados do teste de Levene, os dados não foram transformados para as análises. Ainda no ambiente com restrição hídrica, para a variável sincronia (Z), a transformação dos dados não resultou alteração nos valores da significância para o teste de Levene. Sendo assim, os dados não foram transformados.

Na Tabela 09, encontram-se o resumo dos testes de homogeneidade e normalidade referentes à análise conjunta dos dados obtidos no teste de emergência em canteiro com solo de textura muito argilosa e de textura média, com sementes de milho

TABELA 07 - Resumo dos testes de homogeneidade e normalidade dos dados referentes ao teste de emergência em canteiro com solo de textura muito argilosa, com sementes de milho de diferentes níveis de vigor semeado em diferentes profundidades, com e sem restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.

Variáveis	Testes	Dados não transformados		Dados transformados		Transformação aplicada	Análise dos dados
		Valor ¹ W/F	Significância	Valor W/F	Significância		
SEM RESTRIÇÃO HÍDRICA							
E	SW ²	0,984	0,497	0,971	0,466	<i>arcseno</i> $\sqrt{x/100}$	T
	Levene	3,482	0,005**	2,326	0,041		
\bar{t}	SW	0,952	0,008**	0,966	0,337	\sqrt{x}	T
	Levene	1,572	0,171	1,210	0,332		
CV t	SW	0,972	0,118			NT	NT
	Levene	0,754	0,679				
\bar{v}	SW	0,961	0,025			NT	NT
	Levene	0,619	0,795				
U	SW	0,976	0,177			NT	NT
	Levene	1,727	0,127				
Z	SW	0,975	0,168			NT	NT
	Levene	1,796	0,112				
IVE	SW	0,973	0,124			NT	NT
	Levene	0,237	0,992				
IEC	SW	0,983	0,839	0,980	0,734	\sqrt{x}	T
	Levene	3,498	0,005**	3,756	0,003**		
COM RESTRIÇÃO HÍDRICA							
E	SW	0,952	0,120			NT	NT
	Levene	1,987	0,077				
\bar{t}	SW	0,956	0,161			NT	NT
	Levene	2,664	0,022				
CV t	SW	0,936	0,038			NT	NT
	Levene	1,567	0,172				
\bar{v}	SW	4,708	0,001**	4,594	0,001**	$\sqrt{x+1}$	T
	Levene	0,899	0,003**	0,952	0,119		
U	SW	0,995	1,000			NT	NT
	Levene	1,360	0,254				
Z	SW	0,982	0,825			NT	NT
	Levene	1,773	0,116				
IVE	SW	0,938	0,045			NT	NT
	Levene	3,024	0,011				
IEC	SW	1,870	0,970			NT	NT
	Levene	0,959	0,199				

¹Estatística dos testes - W para Shapiro-Wilk e F para Levene;²Teste de Shapiro-Wilk; ** - rejeita-se a hipótese de normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias, à 0,01, pelos testes de Shapiro-Wilk e de Levene, respectivamente; E - emergência, \bar{t} - tempo médio, CV t - coeficiente de variação do tempo, \bar{v} - velocidade média, U - incerteza, Z - sincronia, IVE - índice de velocidade de emergência, IEC - índice de emergência a campo, e T; NT – transformadas e não transformadas, respectivamente.

de diferentes níveis de vigor semeadas em diferentes profundidades, comparando ambientes sem e com restrição hídrica. Nesta comparação, em solo de textura muito

TABELA 08 - Resumo dos testes de homogeneidade e normalidade dos dados referentes ao teste de emergência em canteiro com solo de textura média, com sementes de milho de diferentes níveis de vigor, semeadas em diferentes profundidades, com e sem restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.

Variáveis	Testes	Dados não transformados		Dados transformados		Transformação aplicada	Análise dos Dados
		Valor ¹ W/F	Significância	Valor W/F	Significância		
SEM RESTRIÇÃO HÍDRICA							
E	SW ²	0,963	0,256				
	Levene	2,735	0,019			$\arcseno\sqrt{x/100}$	T
\bar{t}	SW	0,985	0,903	0,969	0,389		
	Levene	3,306	0,007**	2,722	0,019	\sqrt{x}	T
CV t	SW	0,947	0,084				
	Levene	1,833	0,104				NT
\bar{v}	SW	0,958	0,181				
	Levene	1,698	0,135				NT
U	SW	0,978	0,692				
	Levene	0,806	0,634				NT
Z	SW	0,959	0,199				
	Levene	1,540	0,182				NT
IVE	SW	0,979	0,720				
	Levene	1,910	0,090				NT
IEC	SW	0,985	0,903				
	Levene	2,739	0,019				NT
COM RESTRIÇÃO HÍDRICA							
E	SW	0,914	0,008**	0,978	0,687		
	Levene	2,684	0,021	1,793	0,112	$\arcseno\sqrt{x/100}$	T
\bar{t}	SW	0,886	0,001**	0,912	0,007**		
	Levene	1,577	0,169	1,443	0,218	\sqrt{x}	T
CV t	SW	0,948	0,093				
	Levene	2,799	0,017				NT
\bar{v}	SW	0,957	0,178				
	Levene	1,227	0,322				NT
U	SW	0,966	0,322				
	Levene	2,814	0,016				NT
Z	SW	0,960	0,212	0,969	0,388		
	Levene	3,218	0,008**	3,188	0,008**	$\sqrt{x+1}$	T
IVE	SW	0,929	0,023				
	Levene	1,451	0,214				NT
IEC	SW	2,692	0,021				
	Levene	0,952	0,121				NT

¹Estatística dos testes - W para Shapiro-Wilk e F para Levene; ²Teste de Shapiro-Wilk; ** - rejeita-se a hipótese de normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias, à 0,01, pelos testes de Shapiro-Wilk e de Levene, respectivamente; E - emergência, \bar{t} - tempo médio, CV t - coeficiente de variação do tempo, \bar{v} - velocidade média, U - incerteza, Z - sincronia, IVE - índice de velocidade de emergência, IEC - índice de emergência a campo, e T; NT – transformadas e não transformadas, respectivamente.

argilosa, a E e o \bar{t} foram significativos para o teste de Levene, indicando que essas variáveis não apresentaram homogeneidade das variâncias e, apesar da transformação

aplicada não ter sido eficiente para torná-los homogêneos, observa-se que houve melhora nos valores da significância, sendo indicado o uso dos dados transformados.

TABELA 09 - Resumo dos testes de homogeneidade e normalidade referentes à análise conjunta dos dados obtidos no teste de emergência em canteiro com solo de textura muito argilosa e de textura média, com sementes de milho de diferentes níveis de vigor e semeadas em diferentes profundidades, comparando ambientes sem e com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.

Variáveis	Testes	Dados não transformados		Dados transformados		Transformação aplicada	Análise dos Dados
		Valor ¹ W/F	Significância	Valor W/F	Significância		
TEXTURA MUITO ARGILOSA							
E	SW ²	0,972	0,104	0,958	0,016	<i>arcseno</i> $\sqrt{x/100}$	T
	Levene	2,521	0,003**	2,269	0,008**		
\bar{t}	SW	0,970	0,080	0,987	0,655	\sqrt{x}	NT
	Levene	3,562	0,000**	2,947	0,001**		
CV t	SW	0,977	0,218			\sqrt{x}	NT
	Levene	1,382	0,170				
\bar{v}	SW	0,987	0,688			\sqrt{x}	NT
	Levene	2,610	0,030				
U	SW	0,976	0,188			\sqrt{x}	NT
	Levene	1,777	0,047				
Z	SW	0,962	0,030			\sqrt{x}	NT
	Levene	1,956	0,025				
IVE	SW	0,971	0,101			\sqrt{x}	NT
	Levene	1,654	0,071				
IEC	SW	0,972	0,110	0,977	0,207	\sqrt{x}	T
	Levene	2,467	0,004**	2,563	0,003**		
TEXTURA MÉDIA							
E	SW	0,951	0,007**	0,980	0,315	<i>arcseno</i> $\sqrt{x/100}$	T
	Levene	2,744	0,002**	1,882	0,032		
\bar{t}	SW	0,979	0,264	0,975	0,172	\sqrt{x}	T
	Levene	2,334	0,007**	1,932	0,027		
CV t	SW	0,978	0,251	0,979	0,257	\sqrt{x}	T
	Levene	2,293	0,008**	2,256	0,009**		
\bar{v}	SW	0,983	0,426			\sqrt{x}	NT
	Levene	1,599	0,085				
U	SW	0,988	0,756			\sqrt{x}	NT
	Levene	1,744	0,052				
Z	SW	0,980	0,326	0,978	0,226	$\sqrt{x+1}$	T
	Levene	2,290	0,008**	2,191	0,011		
IVE	SW	0,960	0,021	0,986	0,636	\sqrt{x}	T
	Levene	3,691	0,000**	3,966	0,000**		
IEC	SW	0,973	0,126	0,888	0,000**	\sqrt{x}	NT
	Levene	2,723	0,002**	2,851	0,001**		

¹Estatística dos testes - W para Shapiro-Wilk e F para Levene; ²Teste de Shapiro-Wilk; ** - rejeita-se a hipótese de normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias, à 0,01, pelos testes de Shapiro-Wilk e de Levene, respectivamente; E - emergência, \bar{t} - tempo médio, CV t - coeficiente de variação do tempo, \bar{v} - velocidade média, U - incerteza, Z - sincronia, IVE - índice de velocidade de emergência, IEC - índice de emergência a campo, e T; NT – transformadas e não transformadas, respectivamente.

Em solo de textura média, a variável E foi significativa para os testes de normalidade e de homogeneidade das variâncias, e a variável \bar{t} foi significativa apenas para o teste de homogeneidade. Nesses casos, a transformação aplicada foi eficiente para tornar as variáveis não significativas (Tabela 09).

Ainda na Tabela 09, em solo de textura média, para o coeficiente de variação no tempo (CV_t) e para a Z, os dados foram significativos para o teste de Levene, mas a transformação de dados aplicada aos mesmos não resultou em melhora no seu comportamento quanto a homogeneidade, e assim, essas variáveis foram analisadas sem transformação de dados. Esse mesmo comportamento também foi observado para o índice de velocidade de emergência (IVE). Por outro lado, a transformação de dados não alterou a significância dos dados para o teste de Levene e ainda levou à falta de normalidade dos resíduos, que passaram a ser significativos pelo teste de Shapiro-Wilk.

Analizando a Tabela 10, na qual é apresentado o resumo dos testes de homogeneidade e normalidade referentes à análise conjunta dos dados obtidos no teste de emergência em canteiros semeados com sementes de milho de diferentes níveis de vigor e em diferentes profundidades, com e sem restrição hídrica, comparando o efeito da textura do solo, nota-se que, após a transformação, os dados de E foram não significativos pelo teste de Levene. Os dados do \bar{t} , que foram significativos para os testes de normalidade e de homogeneidade, após a transformação, tiveram esse comportamento corrigido. A variável \bar{v} foi significativa para o teste de Levene, mas ao aplicar a transformação de dados não ocorreu alteração nos níveis de significância do teste F e assim, optou-se pelos dados não transformados, na análise de variância.

4.2 Teste de emergência em canteiros com solo

4.2.1 Solo de textura muito argilosa

Na Tabela 11, é apresentado o resumo das análises de variância dos dados de tempo médio de emergência (\bar{t}), coeficiente de variação do tempo (CV_t), velocidade média (\bar{v}), incerteza (U), sincronia (Z), emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE) e índice de emergência a campo (IEC) de plântulas de milho obtidas no teste de emergência em canteiro com solo de textura muito argilosa, à partir de lotes de sementes de milho com diferentes níveis de vigor. Nota-se que quando não houve

restrição hídrica, não ocorreu influencia tanto da profundidade de semeadura como do nível de vigor dos lotes, para as variáveis \bar{t} , CV t , I e Z.

TABELA 10 - Resumo dos testes de homogeneidade e normalidade referentes à análise conjunta dos dados obtidos no teste de emergência em canteiros com sementes de milho de diferentes níveis de vigor e semeadas em diferentes profundidades, com e sem restrição hídrica, comparando o efeito da textura do solo. Uberlândia-MG, 2012.

Variáveis	Testes	Dados não transformados		Dados transformados		Transformação aplicada	Análise dos Dados
		Valor ¹ W/F	Significância	Valor W/F	Significância		
SEM RESTRIÇÃO HÍDRICA							
E	SW ²	0,984	0,497	0,981	0,350	<i>arcseno</i> $\sqrt{x/100}$	T
	Levene	2,920	0,001**	1,902	0,030		
\bar{t}	SW	0,952	0,008**	0,988	0,731	\sqrt{x}	T
	Levene	3,216	0,000**	3,023	0,001**		
CV t	SW	0,972	0,110				NT
	Levene	1,167	0,318				
\bar{v}	SW	0,961	0,025	0,995	0,990	$\sqrt{x+1}$	NT
	Levene	2,912	0,001**	2,910	0,001**		
U	SW	0,976	0,117				NT
	Levene	1,285	0,228				
Z	SW	0,975	0,168				NT
	Levene	1,615	0,080				
IVE	SW	0,973	0,123				NT
	Levene	1,800	0,043				
IEC	SW	0,986	0,591	0,987	0,661	\sqrt{x}	NT
	Levene	2,928	0,001**	3,070	0,001**		
COM RESTRIÇÃO HÍDRICA							
E	SW ²	0,951	0,007**	0,976	0,181	<i>arcseno</i> $\sqrt{x/100}$	NT
	Levene	2,426	0,005**	2,009	0,021		
\bar{t}	SW	0,986	0,617				NT
	Levene	2,076	0,016				
CV t	SW	0,960	0,023	0,981	0,369	$\sqrt{x+1}$	NT
	Levene	2,256	0,009**	2,015	0,020		
\bar{v}	SW	0,896	0,000**	0,882	0,000**	$\sqrt{x+1}$	NT
	Levene	4,261	0,000**	4,108	0,000**		
U	SW	0,977	0,203				NT
	Levene	2,229	0,010				
Z	SW	0,959	0,020	0,967	0,055	$\sqrt{x+1}$	NT
	Levene	2,895	0,001**	2,807	0,001**		
IVE	SW	0,992	0,924				NT
	Levene	2,229	0,010				
IEC	SW	0,952	0,121				NT
	Levene	2,692	0,021				

¹Estatística dos testes - W para Shapiro-Wilk e F para Levene; ²Teste de Shapiro-Wilk; ** - rejeita-se a hipótese de normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias, à 0,01, pelos testes de Shapiro-Wilk e de Levene, respectivamente; E - emergência, \bar{t} - tempo médio, CV t - coeficiente de variação do tempo, \bar{v} - velocidade média, U - incerteza, Z - sincronia, IVE - índice de velocidade de emergência, IEC - índice de emergência a campo, e T; NT – transformadas e não transformadas, respectivamente.

TABELA 11 - Resumo das análises de variância dos dados de emergência (E), tempo médio de emergência (\bar{t}), coeficiente de variação do tempo (CV t), velocidade média (\bar{v}), incerteza (I), sincronia (Z), índice de velocidade de emergência (IVE) e índice de emergência a campo (IEC) de milho obtidos no teste de emergência de plântulas em canteiro com solo de textura muito argilosa, à partir de lotes de sementes com diferentes níveis de vigor. Uberlândia-MG, 2012.

Fontes de Variação	Graus de liberdade	Quadrados Médios							
		E	IVE	\bar{t}	CV t	\bar{v}	I	Z	IEC
SEM RESTRIÇÃO									
Blocos	2	105,1139	355,1944	13,3611	38,5277	0,001723	2,0277	1,3333	146,4939 ^{ns}
Nível de Vigor (Nv)	2	412,3336 ^{**}	74,1944 ^{**}	0,3611 ^{ns}	0,0277 ^{ns}	0,000062 ^{ns}	0,1944 ^{ns}	0,2500 ^{ns}	390,2997 ^{**}
Profundidade(P)	(3)	528,9594 ^{**}	114,5555 ^{**}	0,2500 ^{ns}	4,3333 ^{ns}	0,000059 [*]	0,1111 ^{ns}	0,1851 ^{ns}	668,7572 ^{**}
Reg. Linear	1	1569,9143 [*]	-	-	-	0,000171 ^{**}	-	-	1925,2452 ^{**}
Reg. Quadrática	1	14,5352 ^{ns}	-	-	-	0,000003 ^{ns}	-	-	80,5207 ^{ns}
Desvio de Regressão	1	2,4289	-	-	-	0,000000	-	-	0,5056 ^{ns}
Interação NV x P	6	7,5021 ^{ns}	7,8611 [*]	0,4722 ^{ns}	0,2500 ^{ns}	0,000032 ^{ns}	0,0833 ^{ns}	0,1018 ^{ns}	15,0970 ^{ns}
Resíduo	22	13,0796	2,4974	0,3611	4,9217	0,000018	0,0883	0,2121	22,4641b
Coeficiente de Variação (%)		5,08	5,52	5,52	20,27	0,40	23,27	21,39	5,17
COM RESTRIÇÃO									
Blocos	2	114,1111	357,6944	0,0277	97,8611	0,000199	0,1111	0,0029	131,5059
Nível de Vigor (Nv)	2	836,6944 ^{**}	108,6944 [*]	0,1111 ^{ns}	78,6944 ^{**}	0,000092 ^{ns}	1,6944 ^{**}	0,0148 ^{**}	639,7905 ^{**}
Profundidade(P)	(3)	1167,5925 ^{**}	667,6574 ^{**}	1,8055 [*]	4,9907 ^{ns}	0,000547 [*]	0,2222 ^{ns}	0,0019 ^{ns}	1259,5778 ^{**}
Reg. Linear	1	3242,7556 ^{**}	1862,4500 ^{**}	4,6722 ^{**}	-	0,001300 ^{**}	-	-	3484,3600 ^{**}
Reg. Quadrática	1	169,0000 [*]	42,2500 ^{ns}	0,6944 ^{ns}	-	0,000333 ^{ns}	-	-	185,0960 ^{**}
Desvio de Regressão	1	91,0222	98,2722	0,0500	-	0,000001	-	-	100,2773
Interação NV x P	6	77,1759 ^{ns}	19,3240 ^{ns}	0,1111 ^{ns}	9,5462 ^{ns}	0,000068 ^{ns}	0,2500 ^{ns}	0,0025 ^{ns}	87,0987 ^{ns}
Resíduo	22	33,1111	21,3914	0,3914	6,4974	0,000119	0,2323	0,0012	34,1464
Coeficiente de Variação (%)		7,10	15,1	15,10	17,75	1,00	33,37	2,96	6,92

*; ** - significativo a 5% e a 1% de probabilidade, pelo teste de F, respectivamente; ns - não significativo.

A profundidade de semeadura e o nível do vigor dos lotes interferiram significativamente na porcentagem de emergência. Nesse ambiente, a velocidade média também foi significativamente influenciada pela profundidade de semeadura. As análises da regressão indicaram resposta linear significativa tanto para emergência quanto para velocidade média. Para o IVE, ocorreu interação significativa entre as profundidades de semeadura e o nível de vigor dos lotes utilizados.

Ainda na Tabela 11, observa-se que quando houve restrição hídrica, o nível de vigor das sementes influenciou significativamente as variáveis E, CV t , I, Z e IVE, e essas apresentaram forte relação entre si, pois o CV t indica a dispersão da emergência em torno do tempo médio e havendo variação nessa dispersão ocorre um aumento na incerteza e diminuição da sincronia. Assim, o processo de emergência torna-se mais imprevisível, sobre quando irá acontecer e quantas sementes irão realizar esse processo ao mesmo tempo. Já a profundidade de semeadura influenciou significativamente E, \bar{t} , \bar{v} e IVE, pela análise de regressão, demonstrando que o ajuste linear foi significativo para estas variáveis.

No solo de textura muito argilosa, tanto no ambiente sem restrição quanto com restrição hídrica, não houve interação significativa entre o nível de vigor dos lotes e as profundidades de semeadura, para a variável IEC. Nos dois ambientes, o nível de vigor dos lotes influenciou no índice de emergência a campo, e com relação à profundidade de semeadura, é possível observar efeito significativo com ajuste linear para essa variável (Tabela 11).

Na Tabela 12, são apresentados os dados referentes ao tempo médio de emergência (\bar{t}), coeficiente de variação do tempo (CV t), velocidade média (\bar{v}), incerteza (I), sincronia (Z), emergência (E) e índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) de milho obtidas no teste de emergência em canteiro com solo de textura muito argilosa, a partir de lotes de sementes de milho com diferentes níveis de vigor, com e sem restrição hídrica. Nota-se que no ambiente sem restrição hídrica, embora os lotes tenham apresentado a mesma germinação (Tabela 02), a porcentagem de emergência das plântulas de milho variou em função do nível de vigor das sementes.

As sementes de alto e médio vigor tiveram desempenho similar, enquanto que a emergência das plântulas do lote de vigor marginal foi inferior. Quando analisado o desempenho dessas mesmas sementes, sob condições de estresse hídrico, a porcentagem de emergência diferiu ainda mais, em função do nível de vigor das sementes, sendo os lotes ordenados de acordo com a classificação inicial de vigor obtida na caracterização

TABELA 12 - Emergência (E), coeficiente de variação do tempo (CVt), velocidade média (\bar{v}) incerteza (U), sincronia (Z), tempo médio de emergência (\bar{t}) e índice de velocidade de emergência (IVE) obtidos no teste de emergência de plântulas em canteiro com solo de textura muito argilosa, a partir de lotes de sementes de milho com diferentes níveis de vigor, com e sem restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.¹

Nível de Vigor das Sementes	E (%)	CVt (%)	\bar{v} (dias $^{-1}$)	U (bit)	Z	\bar{t} (dias)	IVE (plântulas dia $^{-1}$)	IEC
SEM RESTRIÇÃO HÍDRICA								
Alto	83a	9,50a	0,13a	1,35a	0,49a	7,99a	-	94,89a
Médio	82a	10,08a	0,13a	1,49a	0,45a	8,05a	-	94,94a
Marginal	74 b	10,72a	0,12a	1,61a	0,41a	8,45a	-	85,04 b
COM RESTRIÇÃO HÍDRICA								
Alto	90a	11,99 b	0,21a	1,16 b	0,55 b	4,92a	33,50a	91,76a
Médio	80 b	13,97 b	0,20a	1,37ab	0,48 b	5,10a	31,06ab	84,61 b
Marginal	73 c	17,04a	0,20a	1,66 a	0,38a	5,17a	27,36 b	77,15 c

¹Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada regime hídrico, na coluna, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

dos mesmos pelo teste do frio (Tabela 02). Esses resultados estão de acordo com Durães et al. (1994), que observaram que o uso de sementes de alto vigor poderia assegurar adequada população de plantas, em variadas condições durante a emergência das plântulas. Da mesma forma, Johnson e Wax (1981) relataram que plântulas originadas de sementes de alto vigor emergiram mais rapidamente do que aquelas de lote de baixo vigor, e ainda apresentaram estande final superior.

Esses resultados confirmam as afirmações de que um lote de sementes poderá apresentar resultados inferiores em condições de campo em relação aos valores encontrados nas condições controladas de laboratório e, dependendo das condições no campo, esse comportamento pode ser mais evidente como o que ocorreu quando houve restrição hídrica (Tabela 12).

Em condições de restrição hídrica, o CVt , que mede a dispersão do processo de germinação e emergência em torno do tempo médio, indicou que o lote de vigor marginal apresentou maior dispersão no tempo que os demais. Apesar do \bar{t} e a \bar{v} não terem diferenciado os lotes a partir de sua característica inicial, esse comportamento do CVt foi compatível com os resultados observados com relação à incerteza e a sincronia do lote marginal, tornando as plântulas mais sensíveis às adversidades climáticas, reduzindo a porcentagem de emergência e a uniformidade do estande. Lotes de sementes de baixa qualidade frequentemente requerem maior tempo para germinação e

emergência das plântulas, característica também observada por Mathews e Khajeh-Hosseini (2006).

Na Figura 04, são apresentados os comportamentos da emergência e velocidade de emergência em condições sem restrição hídrica e, emergência, velocidade de emergência, tempo médio e índice de velocidade de emergência, em condições com restrição hídrica, de sementes de milho semeadas a diferentes profundidades em solo de textura muito argilosa. Constatata-se que a porcentagem de emergência e a velocidade

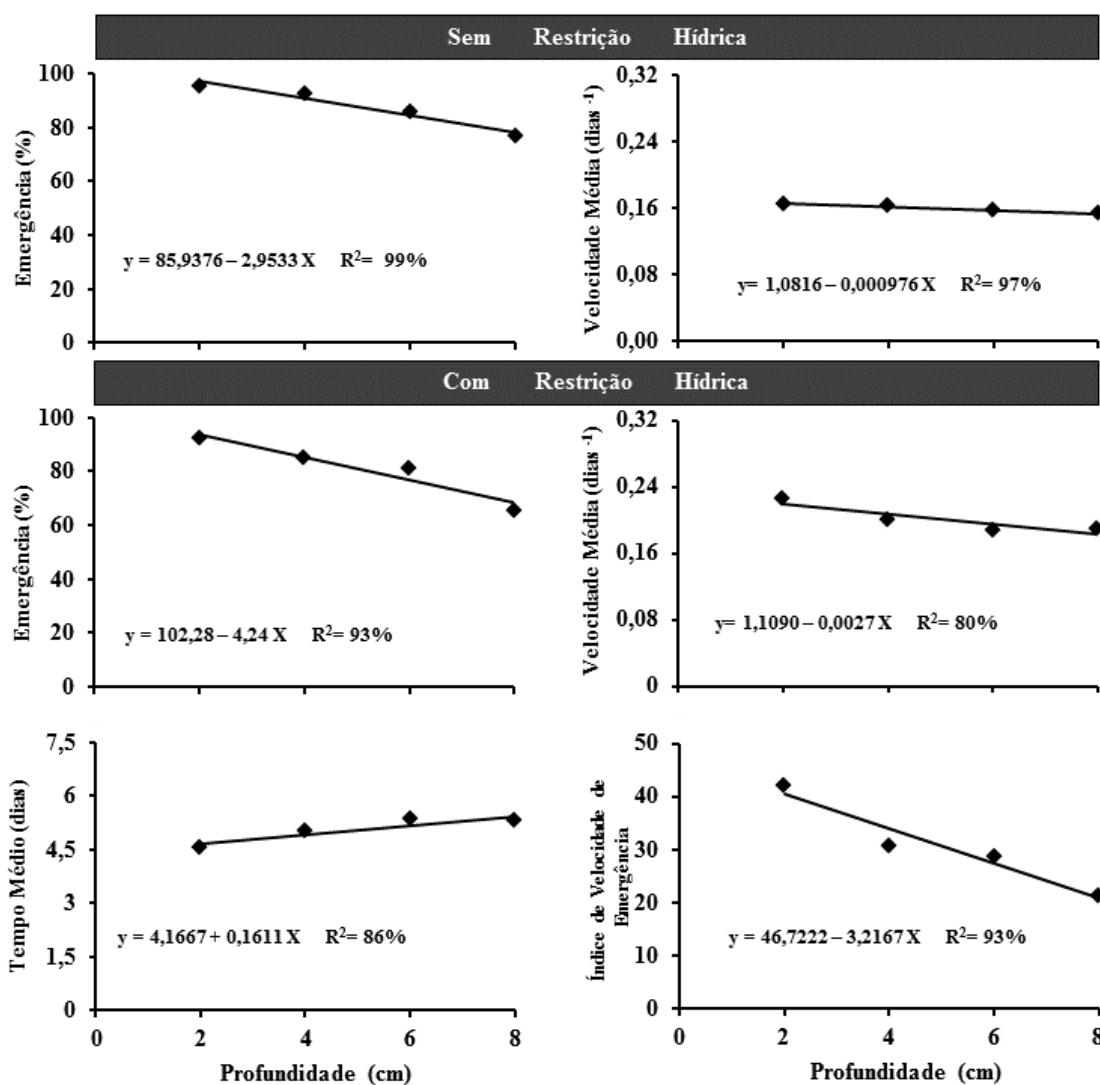


FIGURA 04 - Emergência e velocidade de emergência, em condições sem restrição hídrica e, emergência, velocidade de emergência, tempo médio e índice de velocidade de emergência, em condições com restrição hídrica, de sementes de milho semeadas a diferentes profundidades em solo de textura muito argilosa. Uberlândia-MG, 2012.

média de emergência das plântulas reduziram linearmente com o aumento da profundidade de semeadura, independente de estarem ou não em condição de restrição hídrica.

Ainda na Tabela 12, analisando o IEC, nota-se que quando ocorreu semeadura em ambiente sem restrição hídrica, condição de leito de semeadura mais favorável, os lotes de vigor alto e médio apresentaram o mesmo desempenho, indicando que as condições do leito de semeadura foram favoráveis aos dois níveis de vigor na mesma proporção. Por outro lado, dada a menor qualidade do lote de vigor marginal, este naturalmente apresentou IEC inferior aos demais. Na análise do ambiente com restrição hídrica, onde houve situação desfavorável ao desempenho dos lotes, foi possível observar que ocorreu estratificação e ordenamento dos lotes, seguindo seu padrão de classificação de vigor original, descrito na Tabela 02, ficando evidente a superioridade do lote de vigor alto.

O IEC é um índice, proposto inicialmente por Egli e Tekrony (1995) que relaciona o potencial germinativo de um lote com o seu desempenho em condições de campo. Quanto mais as condições de campo se aproximam daquelas consideradas ideais, o índice de emergência a campo tende a valores próximos e até superiores a 100, e poderia se assumir que os resultados de emergência das plântulas em campo se relacionam com os da germinação em laboratório.

Em condições com restrição hídrica, o tempo médio aumentou linearmente à medida que se aumentou a profundidade de semeadura, ocorrendo o inverso com o IVE (Figura 04). Isso ocorreu, pois, sendo aumentada a profundidade de semeadura, aumentou, as condições para emergência tornaram-se mais adversas, e as plântulas em formação deveriam romper uma camada de solo mais espessa até alcançarem a superfície do solo, contando apenas com as reservas da semente, o que levou ao alongamento do epicótilo (Figura 05). Nesse trajeto em direção à superfície do solo, algumas plântulas esgotaram suas reservas e não conseguiram concluir a emergência (Figura 06). Da mesma forma, por terem que romper uma maior camada de solo, as plântulas percorreram o caminho com menor velocidade (Figura 04).

Recorrendo à Tabela 11, verifica-se, que em condições sem restrição hídrica, houve interação significativa para o IVE entre o nível de vigor das sementes e a profundidade de semeadura. Os dados referentes ao comportamento do IVE nas profundidades de semeadura das sementes de milho de diferentes níveis de vigor, semeados em solo de textura muito argilosa, sem restrição hídrica, são apresentados na



FIGURA 05 - Plântulas de milho originadas de sementes submetidas à diferentes profundidades de semeadura (8, 6, 4 e 2 cm, da esquerda para a direita). Uberlândia-MG, 2012.

Tabela 13. Nota-se que nas profundidades de semeadura de 4, 6 e 8 cm, somente as sementes de vigor marginal apresentaram menor número de plântulas emergidas por dia. Na profundidade de 2 cm, tal comportamento não foi constatado. Portanto, dependendo da profundidade de semeadura e do nível de vigor das sementes o desempenho destas no teste de emergência à campo pode ou não confirmar os resultados obtidos por testes de vigor conduzidos em laboratório.

Fato confirmado por Egli e Tekrony (1996) que, sob condições desfavoráveis de semeadura, observaram que alguns lotes de sementes apesar de apresentarem bons resultados nos testes de vigor em laboratório, não conseguiram produzir população adequada de plantas no campo relacionáveis com os valores obtidos em condições ótimas do teste de germinação.

Pela análise da Figura 07, nota-se que a profundidade de semeadura, exerce influência no IEC, tanto no ambiente sem restrição quanto com restrição hídrica,



FIGURA 06 - Plântulas de milho que não alcançaram a superfície do solo para emergência com aparência amarelecida, obtidas no teste de emergência em canteiro com solo. Uberlândia-MG, 2012.

TABELA 13 - Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de milho, obtido no teste de emergência em canteiro com solo de textura muito argilosa com restrição hídrica, em função do nível do vigor nas diferentes profundidades de semeadura das sementes de milho. Uberlândia-MG, 2012¹.

Nível de Vigor das Sementes	Profundidade (cm)			
	2	4	6	8
Alto	30,78a	32,39a	29,08a	27,29a
Médio	35,47 b	31,09a	28,36a	25,26a
Marginal	29,70a	28,15 b	24,94 b	19,80 b

¹Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

gerando queda acentuada nesse índice. Conforme ilustrado na Figura 6, nas maiores profundidades, apesar das sementes terem completado a germinação, estas não foram hábeis em emergir até a superfície do solo. Este comportamento, também foi observado por Braunack (1995) num experimento de campo, no qual recolheu do leito de semeadura, as sementes que não emergiram e observou que mais de 70% dessas haviam germinado, mas a emergência não ocorreu devido à formação de uma fina camada

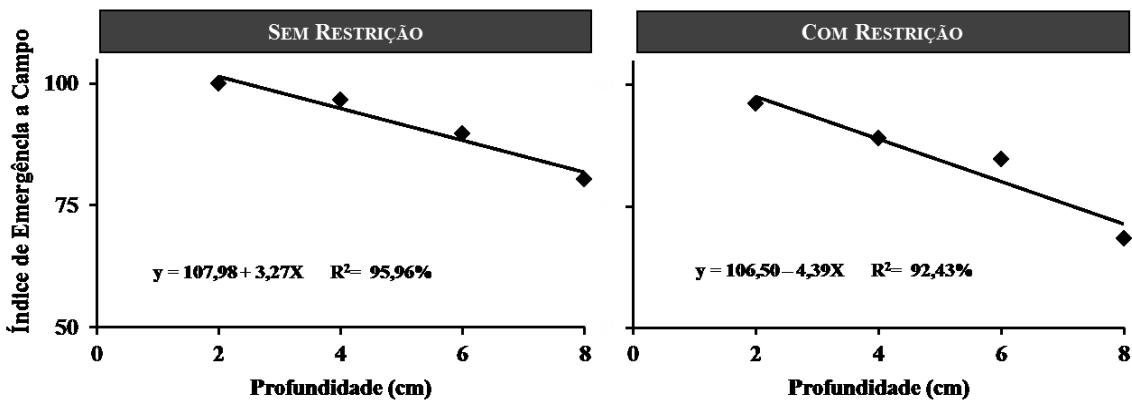


FIGURA 07 - Índice de emergência a campo de plântulas de milho em canteiros com solo de textura muito argilosa, em diferentes profundidades de semeadura e em ambiente sem e com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.

compactada, após a irrigação da área do experimento.

Para Torres, Vieira e Panobianco (2004), a relação entre testes de laboratório e a emergência de plântulas em campo é diretamente influenciada pelas condições ambientais e procedimentos de semeadura. Nesse estudo, quando ocorreu aprofundamento da posição das sementes no leito de semeadura, especialmente no ambiente com restrição hídrica, o índice de emergência a campo foi ligeiramente inferior ao ambiente sem restrição hídrica. Na presença da restrição hídrica, o IEC a 2 cm foi de 96,18 e diminuiu para 68,29 a 8 cm de profundidade de semeadura (Figura 7).

Quando ocorreu condição de estresse no leito de semeadura, promovido pela restrição hídrica, as sementes com menor nível de vigor foram mais assíncronas para emergir e o evento germinação e emergência das plântulas aconteceu em vários instantes, variando em torno do \bar{t} , com menor quantidade de sementes iniciando ao mesmo tempo (Tabela 12). Esse fato pode ser confirmado pelo IVE (Tabela 13) pois os lotes de vigor alto e médio tiveram maior número de plântulas emergidas por dia, assim com maior sincronia e menor incerteza.

O resumo do desdobramento da interação Nv x P da análise de variância dos dados obtidos no teste de emergência, para estudar o índice de velocidade de emergência, em função da profundidade, em cada nível de vigor de sementes de milho, semeadas em canteiros com solo de textura muito argilosa, com restrição hídrica, é apresentado na Tabela 14. Observa-se que para cada nível de vigor utilizado a profundidade alterou linearmente o IVE. Mas, no trabalho realizado por Prado et al.

TABELA 14 - Resumo do desdobramento da interação Nv x P da análise de variância dos dados obtidos no teste de emergência, para estudar o índice de velocidade de emergência (IVE), em função da profundidade, em cada nível de vigor de sementes de milho, semeadas em canteiros com solo de textura muito argilosa, com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	IVE
Profundidade/Vigor Marginal	(3)	Quadrados Médios
Regressão Linear	1	35,2666*
Regressão Quadrática	1	8,3333 ^{ns}
Profundidade/Vigor Médio	(3)	Quadrados Médios
Regressão Linear		163,3500*
Regressão Quadrática	1	6,7500 ^{ns}
Profundidade/Vigor Alto	(3)	Quadrados Médios
Regressão Linear	1	170,0166*
Regressão Quadrática	1	0,7500 ^{ns}
Resíduos	22	2,4975
Coeficiente de Variação (%)		5,52

** - significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F; ^{ns} - não significativo.

(2001), em solo de textura argilosa (55% argila, 9% silte e 36% areia), a profundidade de semeadura não influenciou no IVE.

As plântulas originadas do lote de vigor alto semeadas a 2 cm e a 4 cm de profundidade, apesar de terem o IVE menor que o lote de vigor médio, apresentaram desempenho superior quando, semeadas a 6 e a 8 cm de profundidade (Figura 08). Mondo et al. (2012) observaram que plantas de milho originadas de sementes de vigor alto apresentam desempenho superior ao daquelas originadas de lotes de sementes de vigor baixo, e concluíram que o vigor superior gera um impulso ao crescimento inicial. Esse comportamento com relação ao crescimento inicial também foi observado por Tekrony, Egli e Wickham (1989), em milho, por Schuch et al. (2000), em aveia preta, e por Kolchinski, Schuch e Peske (2006), em soja.

Apesar do aumento da profundidade de semeadura reduzir o IVE nas sementes de alto vigor, a análise da regressão indicou uma reta com inclinação mais suave em comparação com as sementes de vigor médio e marginal, as quais apresentaram queda mais acentuada com o aumento da profundidade de semeadura (Figura 08). As diferenças de vigor entre lotes de sementes de milho resultaram em atrasos na emergência, pois sementes deterioradas e menos vigorosas, levam mais tempo na reparação celular e consequentemente maior tempo para iniciar a embebição e a protrusão da radícula. Mathews e Khajeh-Hosseini (2006) observaram atrasos na germinação, emergência e crescimento de plântulas obtidas de lotes menos vigorosos.

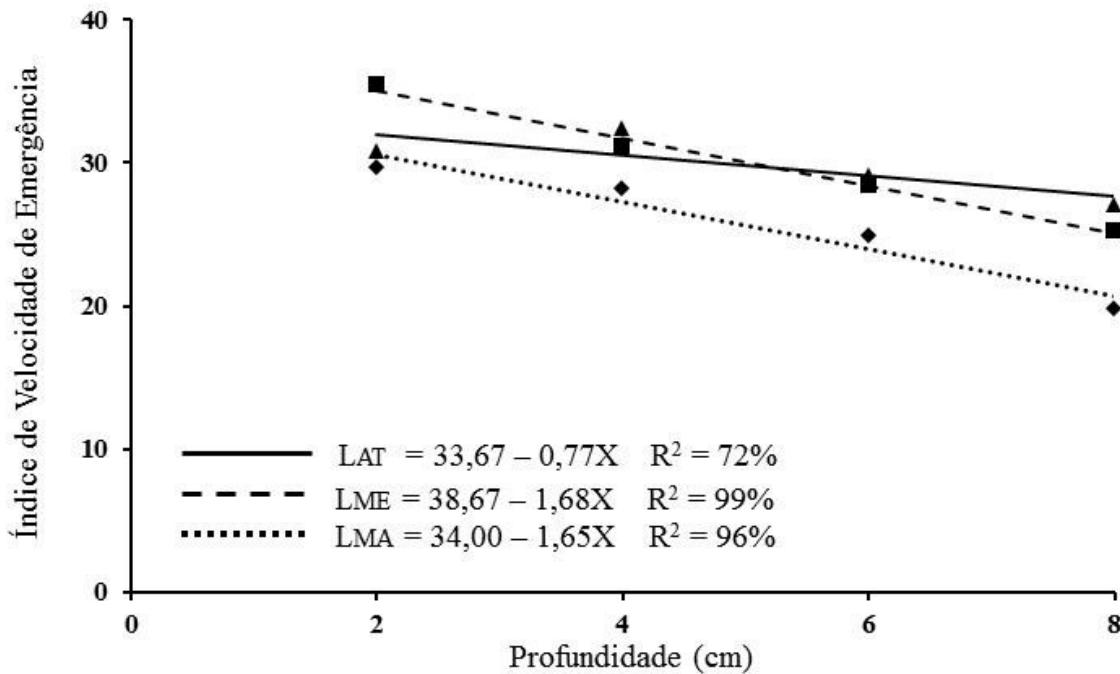


FIGURA 08 - Índice de velocidade de emergência dos lotes de sementes de milho com alto vigor (LAT), médio vigor (LME) e vigor marginal (LMA) em função da profundidade de semeadura, em solo de textura argilosa e sem restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.

Nessa condição de campo, solo de textura muito argilosa em ambiente sem restrição hídrica, o lote de vigor marginal teve desempenho inferior, ressaltado pela menor porcentagem de emergência (Tabela 12) e pela redução do IVE com a profundidade de semeadura (Figura 08). Esse comportamento está de acordo com Pianna e Silva (1998), que observaram que sementes de maior vigor têm maior capacidade de estabelecimento de plântulas em condições adversas, pois apresentam alto peso em matéria seca e menor deterioração, com maior nível de energia. Dessa forma, quando expostas à condições de estresse hídrico, podem utilizar essa energia no crescimento da raiz e desenvolvimento da plântula, ao contrário do esperado para sementes de baixo vigor que não conseguem superar condições adversas e apresentam desempenho inferior em condições não adequadas de leito de semeadura.

4.2.2 Solo de textura média

O resumo das análises de variância dos dados de emergência (E), tempo médio de emergência (\bar{t}), coeficiente de variação do tempo (CV_t), velocidade média (\bar{v}),

TABELA 15 - Resumo das análises de variância dos dados de emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (\bar{t}), coeficiente de variação do tempo (CV t), velocidade média (\bar{v}), incerteza (I), sincronia (Z) e índice de emergência a campo (IEC) obtido no teste de emergência de plântulas, à partir de sementes de milho com diferentes níveis de vigor, semeadas em canteiros com solo de textura média, em diferentes profundidades, sem e com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.

Fontes de Variação	Graus de liberdade	Quadrados Médios							
		E	IVE	\bar{t}	CV t	\bar{v}	U	Z	IEC
		SEM RESTRIÇÃO							
Blocos	2	125,4444	24,1944	0,0331	30,2500	0,000041	0,8611	0,7777	136,2389
Nível de Vigor (Nv)	2	323,3611**	40,1944**	0,0215 ^{ns}	4,7500 ^{ns}	0,000033 ^{ns}	0,0277 ^{ns}	0,1944 ^{ns}	297,0368**
Profundidade(P)	(3)	3293,6574**	408,1581**	0,2820**	24,4810**	0,000468**	0,9907**	0,8425**	3570,1469**
Reg. Linear	1	8473,4722**	1175,5556**	0,8470**	69,6888**	0,001400**	2,9388**	2,4500*	9213,0643**
Reg. Quadrática	1	1406,2500**	49,0000**	0,0003 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	0,000004 ^{ns}	0,0277 ^{ns}	0,0277 ^{ns}	1495,4978**
Desvio de Regressão	1	1,2500	0,0000	0,0001	3,7555	0, 00000	0,0055	0,0500	1,8788
Interação Nv x P	6	22,9907 ^{ns}	3,2685 ^{ns}	0,0021 ^{ns}	3,1203 ^{ns}	0,000003 ^{ns}	0,2129 ^{ns}	0,1203 ^{ns}	23,7173 ^{ns}
Resíduo	22	24,8080	2,9217	0,0073	2,9469	0,000011	0,1338	0,1414	27,5960
Coeficiente de Variação (%)		6,28	8,43	3,01	16,89	0,31	23,95	23,79	6,36
COM RESTRIÇÃO									
Blocos	2	141,8679	396,0026	2,3177	1,3407	0,001100	0,0357	0,0257	158,0731
Nível de Vigor (Nv)	2	1570,1787**	72,3407**	0,0319 ^{ns}	12,8926 ^{ns}	0,000027 ^{ns}	0,0936 ^{ns}	0,0083 ^{ns}	1459,2004**
Profundidade(P)	(3)	2933,7236**	320,1250**	2,9324**	17,9208 ^{ns}	0,001400**	0,6267*	0,0908*	3226,2211**
Reg. Linear	1	6841,6581**	902,9171**	-	-	0,004200*	1,7675**	0,2567**	7511,9464**
Reg. Quadrática	1	1852,3699**	48,7995*	-	-	0,000054 ^{ns}	0,0927 ^{ns}	0,0073 ^{ns}	2043,6427
Desvio de Regressão	1	107,1428	8,6584	-	-	0,000027	0,0203	0,0085	123,0741
Interação Nv x P	6	134,4689 ^{ns}	9,9556 ^{ns}	0,3049**	6,1363 ^{ns}	0,000149 ^{ns}	0,1002 ^{ns}	0,0174 ^{ns}	154,7208 ^{ns}
Resíduo	22	69,3821	7,9668	0,1083	8,0556	0,000045	0,1424	0,0222	75,7283
Coeficiente de Variação (%)		10,96	14,89	4,88	28,67	4,45	28,58	31,02	10,47

*; ** - significativo a 5% e a 1% de probabilidade, pelo teste de F, respectivamente; ^{ns} - não significativo.

incerteza (U), sincronia (Z), e índice de velocidade de emergência (IVE) obtido no teste de emergência, à partir de sementes de milho com diferentes níveis de vigor, semeadas em canteiros com solo de textura média, em diferentes profundidades, sem e com restrição hídrica, é apresentado na Tabela 15. Nota-se que em ambiente sem restrição hídrica, o nível de vigor dos lotes influenciou apenas a porcentagem de emergência das plântulas e o IVE. Por outro lado, a profundidade de semeadura gerou respostas significativas em todas as variáveis analisadas, e as análises de regressão indicaram ajuste quadrático para a emergência e para o IVE, e para as outras variáveis o ajuste foi linear. Nesse ambiente não houve interação significativa entre o nível de vigor dos lotes e a profundidade de semeadura em todas as características analisadas.

Ainda na Tabela 15, no ambiente com restrição hídrica, observa-se que apenas o CV_t não foi alterado de forma significativa nos tratamentos estudados. Analisando o efeito do vigor dos lotes, observa-se que a porcentagem de emergência e o IVE apresentaram respostas significativas a esta fonte de variação. Com relação à profundidade de semeadura, constata-se que a emergência, a velocidade média, a incerteza, a sincronia e o índice de velocidade de emergência foram influenciados. Para a E e o IVE, a análise de regressão indicou ajuste quadrático para o efeito da profundidade, enquanto para as outras variáveis ocorreu um ajuste linear. Para o tempo médio, ocorreu interação significativa entre o nível de vigor das sementes e a profundidade de semeadura.

O índice de emergência a campo apresentou comportamento semelhante tanto no solo de textura muito argilosa quanto no de textura média. Essa variável foi influenciada isoladamente pelo nível de vigor e pela profundidade de semeadura, para a qual a análise de regressão indicou comportamento linear, nos dois ambientes. Com relação a interação da profundidade com o nível de vigor das sementes, nota-se que não houve efeito significativo para no IEC (Tabela 15).

As médias referentes à emergência (E), coeficiente de variação do tempo (CV_t), velocidade média (\bar{v}), incerteza (I), sincronia (Z), tempo médio de emergência (\bar{t}), índice de velocidade de emergência (IVE) e do índice de emergência a campo (IEC) obtidas no teste de emergência de plântulas em canteiro com solo de textura média, utilizando lotes de sementes de milho com diferentes níveis de vigor, são apresentadas na Tabela 16. Observa-se que as variáveis CV_t, \bar{v} , U e Z não diferiram estatisticamente em relação ao nível de vigor das sementes, tanto no ambiente sem restrição hídrica quanto com restrição. A emergência, o IVE e o IEC foram similares nos dois regimes

TABELA 16 - Emergência (E), coeficiente de variação do tempo (CVt), velocidade média (\bar{v}), incerteza (I), sincronia (Z), tempo médio de emergência (\bar{t}) índice de velocidade de emergência (IVE) e índice de emergência a campo (IEC) de plântulas de milho, obtidos no teste de emergência em canteiro com solo de textura média, a partir de lotes de sementes de milho com diferentes níveis de vigor, sem e com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012¹.

Nível de Vigor das Sementes	E (%)	CVt (%)	\bar{v} (dias $^{-1}$)	I (bits)	Z	\bar{t} (dias)	IVE (plântulas dia $^{-1}$)	IEC
SEM RESTRIÇÃO								
Alto	83a	9,50a	1,06a	1,50a	0,50a	7,99a	21,42a	84,35a
Médio	82a	10,25a	1,06a	1,58a	0,33a	8,05a	21,25a	86,57a
Marginal	73 b	10,75a	1,06a	1,50a	0,25a	8,45a	18,17 b	77,06 b
COM RESTRIÇÃO								
Alto	86a	8,99a	0,15a	1,23a	0,46a	-	20,16a	87,78a
Médio	78a	9,68a	0,15a	1,33a	0,47a	-	20,56a	83,45a
Marginal	64 b	11,03a	0,15a	1,41a	0,51a	-	16,13 b	66,89 b

¹Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada regime hídrico, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

hídricos, pois o lote de sementes de vigor marginal foi estatisticamente inferior aos outros dois níveis de vigor, em ambos os regimes. Novamente a emergência foi inferior aos resultados de germinação em condições de laboratório (Tabela 02). Esses resultados concordam com Freitas et al. (2000), que consideraram que lotes de sementes com capacidade de germinação semelhante, porém diferindo quanto ao vigor, podem apresentar diferenças marcantes na porcentagem de emergência das plântulas.

Na Figura 09, são apresentadas as retas resultantes da análise de regressão para as variáveis porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência, velocidade média, incerteza e sincronia de plântulas de milho obtidas no teste de emergência em canteiros com solo de textura média, em diferentes profundidades de semeadura e em ambiente sem e com restrição hídrica. Nota-se, que independentemente da condição hídrica do solo, a emergência e o índice de velocidade de emergência, a velocidade média e a sincronia das plântulas reduziram linearmente com aumento da profundidade de semeadura, ocorrendo o inverso com a incerteza. Tomando-se como referência as variáveis apresentadas na Figura 09, constatou-se redução significativa no número de plântulas que emergem diariamente e influência no tempo médio de emergência, que a 2 cm de profundidade era de 7,01 dias indo para 9,39 a 8 cm de profundidade de semeadura, tornando a velocidade média do processo de emergência menor nessa condição.

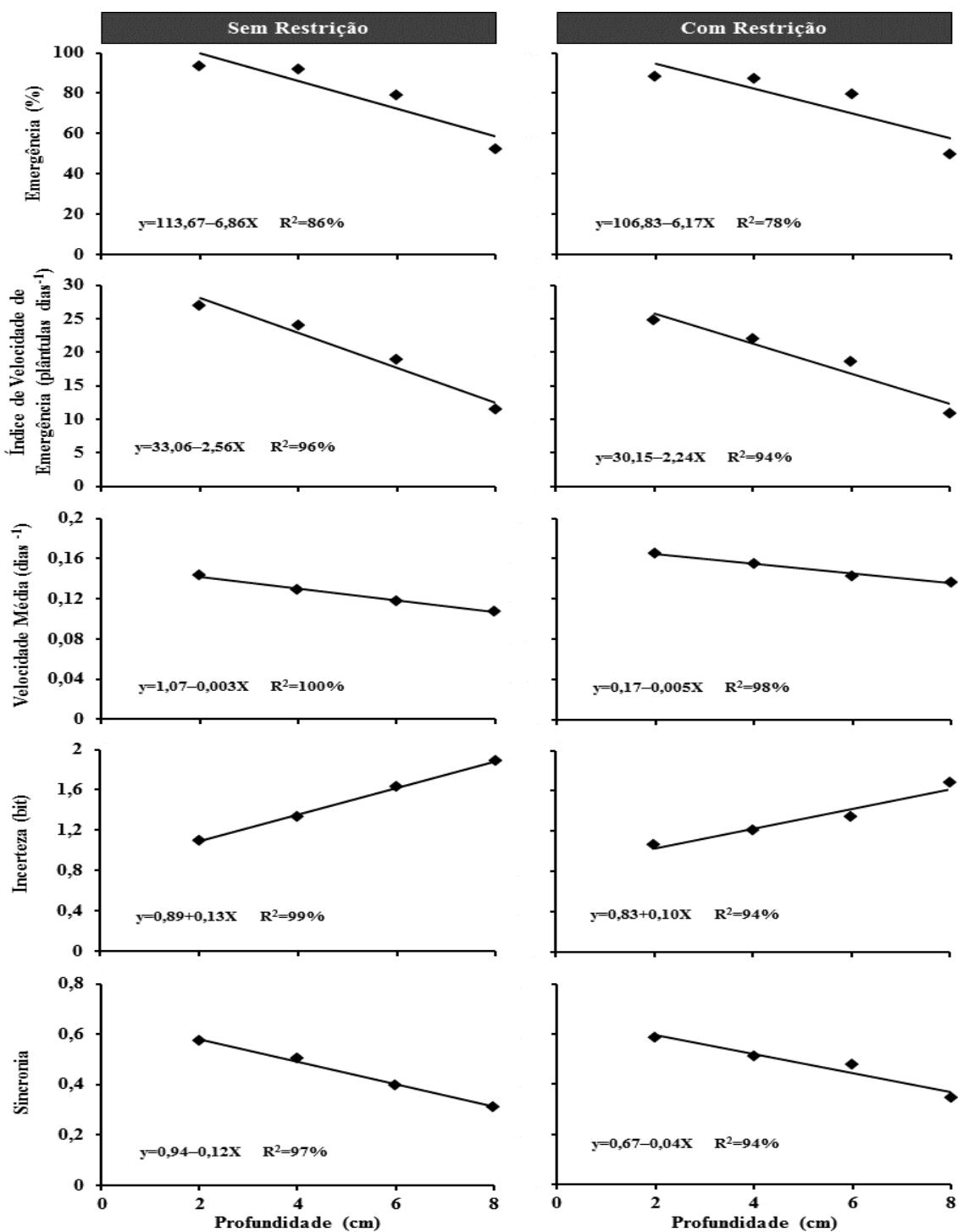


FIGURA 09 - Porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência, velocidade média, incerteza e sincronia de plântulas de milho, obtidas no teste de emergência em canteiros com solo de textura média, em diferentes profundidades de semeadura, sem e com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.

Crescimento e potencial de produtividade do milho estão relacionados com a

densidade aparente do solo e a resistência a penetração (RICKMAN; LETEY; STOLZY, 1965). Foi estabelecido que coleóptilos de aveia exercem força média de 0,30N durante o processo de elongação, com variação de 0,15-0,54N, mas no final da emergência, esses valores descresem linearmente, quando a resistência é aumentada para valores maiores que 0,24N (BOUAZIZ, 1987 citado por NARS; SELLES, 1995).

Da mesma forma que no solo de textura muito argilosa, para o solo de textura média, houve forte redução nos valores do IEC à medida que a profundidade de deposição das sementes aumentou (Figura 10). Isto indica que as condições do leito de semeadura se tornaram mais adversas, por conta do aprofundamento do ponto de deposição da semente, dificultando a comparação dos resultados do teste de emergência a campo com aqueles observados no teste de germinação. Fato também observado por Egli e Tekrony (1995), para soja, e Freitas et al. (2000), para algodão.

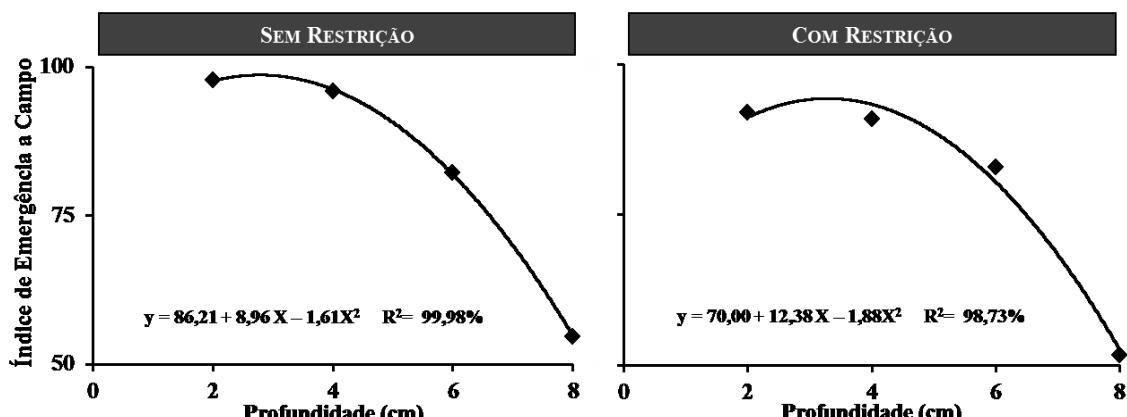


FIGURA 10 - Índice de emergência a campo de plântulas de milho, obtidas no teste de emergência em canteiros com solo de textura média, em diferentes profundidades de semeadura e em ambiente sem e com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.

O coeficiente de variação no tempo mede a dispersão da emergência das plântulas em torno do tempo médio. Analisando a Figura 11, observa-se aumento no tempo médio em função da profundidade, em ambiente sem restrição hídrica, o que pode influenciar nos valores de Z, I e do CV_t. O coeficiente de variação do tempo apresentou aumento significativo com o aumento da profundidade de semeadura, indicando que houve dispersão da emergência ao longo do tempo, tornando o processo mais assíncrono. A sincronia mede a tendência que as sementes apresentam de

germinarem e emergirem num mesmo período de tempo. Assim, sendo mais assíncrono com o aumento da profundidade de semeadura, o processo tornou-se gradativamente mais incerto.

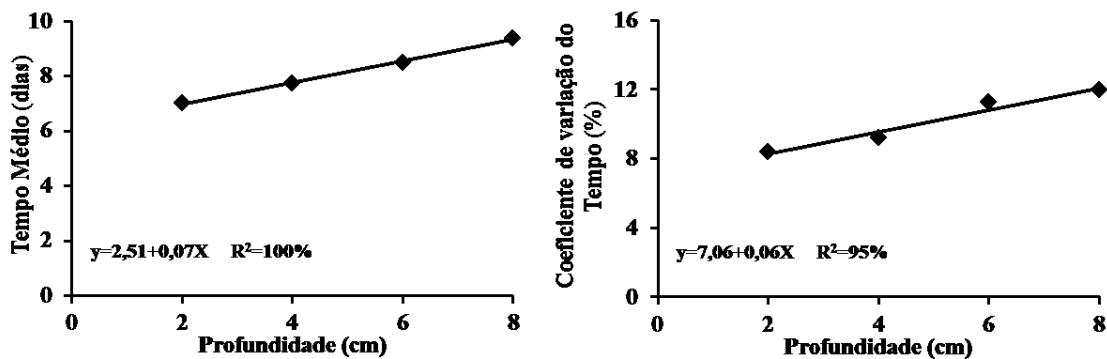


FIGURA 11 - Tempo médio e coeficiente de variação do tempo médio para emergência de plântulas, obtidas no teste de emergência em canteiro com solo de textura média a diferentes profundidades de semeadura, em ambiente sem restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.

No ambiente com restrição hídrica ocorreu interação significativa entre o nível de vigor das sementes e as profundidades de semeadura para o \bar{t} . Na Tabela 17, é apresentado o resumo do desdobramento da interação entre os níveis de vigor dos lotes e as profundidades de semeadura, da análise de variância dos dados obtidos no teste de emergência em canteiro, para estudar o tempo médio de emergência de plântulas de milho com solo de textura média. A análise de regressão indicou comportamento linear significativo nos três níveis de vigor estudados.

Na Figura 12, é apresentada a análise de regressão para o tempo médio (\bar{t}) de emergência de plântulas de milho com três níveis de vigor, semeadas em diferentes profundidades em solo de textura média, com restrição hídrica. Observa-se que o \bar{t} para emergência das plântulas de milho aumentou à medida que as sementes foram semeadas em maiores profundidades para todos os níveis de vigor estudados. Para o lote de médio vigor, observa-se que este apresentou o menor \bar{t} na semeadura a 2 cm e que, ao aumentar a profundidade de deposição da semente, este lote respondeu com maior tempo médio para emergência. Por outro lado, a qualidade das sementes do lote de alto vigor proporcionou menor efeito da profundidade sobre o tempo médio de emergência das plântulas, pois o mesmo manteve comportamento intermediário em todas as profundidades de semeadura avaliadas.

TABELA 17 - Resumo do desdobramento da interação NV x P da análise de variância dos dados obtidos no teste de emergência, para estudar o tempo médio de emergência (\bar{t}), em função da profundidade, em cada nível de vigor de sementes de milho, semeadas em canteiros com solo de textura média, com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Tempo médio de emergência (\bar{t})
Profundidade/NV ₁	(3)	Quadrados Médios
Regressão Linear	1	3,1136**
Regressão Quadrática	1	0,0951 ns
Profundidade/NV ₂	(3)	Quadrados Médios
Regressão Linear	1	0,8345*
Regressão Quadrática	1	0,2324 ns
Profundidade/NV ₃	(3)	Quadrados Médios
Regressão Linear	1	5,9069**
Regressão Quadrática	1	0,0049 ns
Resíduos	22	0,1083
C.V. (%)		4,88

NV₁, NV₂, NV₃: Nível de Vigor das Sementes de Milho, marginal, médio e alto, respectivamente.

** - significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F; ns - não significativo.

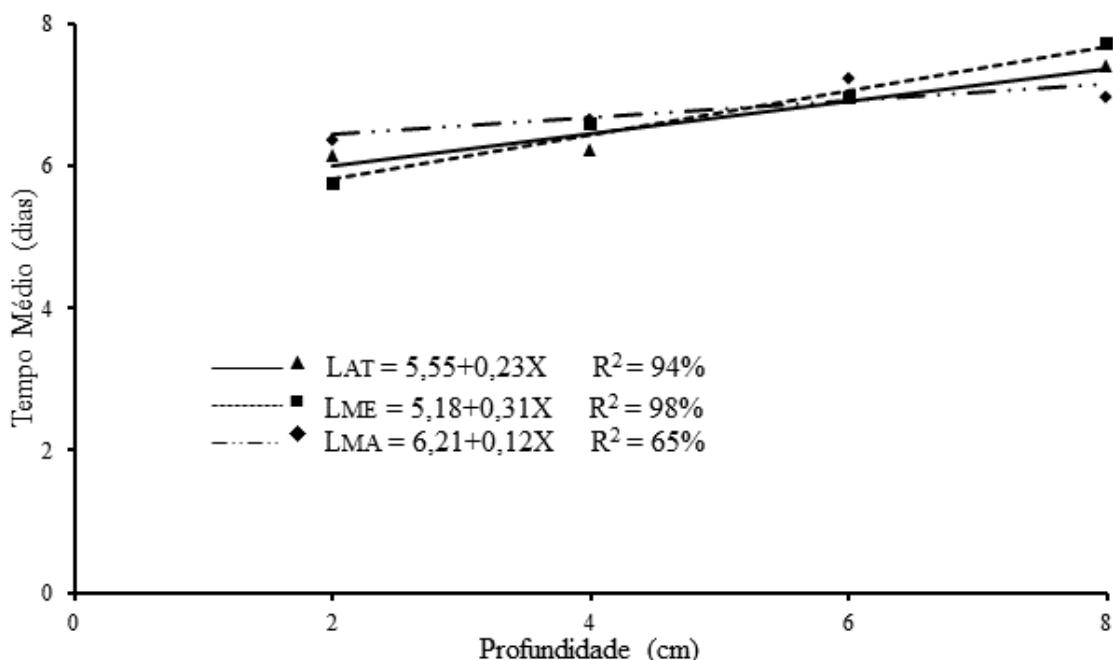


FIGURA 12 - Tempo médio de emergência de plântulas de milho, oriundas de sementes de lotes de alto vigor (LAT), médio vigor (LME) e com vigor marginal (LMA), semeadas a diferentes profundidades em solo de textura média, em ambiente com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.

Ainda no estudo dessa interação, na Tabela 18, são apresentadas as médias para o tempo médio (dias) de emergência de plântulas de milho obtidas no teste de emergência em canteiro com solo de textura média, a partir de lotes de sementes de milho com diferentes níveis de vigor, semeadas a diferentes profundidades, em ambiente com restrição hídrica. Nessa condição, somente na semeadura a 8 cm de profundidade ocorreu diferença entre os níveis de vigor dos lotes. Neste solo, de textura média, a profundidade de semeadura foi mais importante para caracterizar o processo de emergência, que nível de vigor das sementes, quando ocorreu semeadura sem restrição hídrica. Alta qualidade fisiológica observada em um lote de sementes, por meio dos testes de vigor e germinação, indica uma grande probabilidade desse lote apresentar uma boa performance de campo sob diferentes condições ambientais (VIEIRA et al., 2004).

TABELA 18 - Tempo médio (dias) de emergência de plântulas de milho, obtido no teste de emergência em canteiro com solo de textura média, a partir de lotes de sementes de milho com diferentes níveis de vigor, semeadas a diferentes profundidades, em ambiente com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012¹.

Nível de Vigor das Sementes	Profundidade (cm)			
	2	4	6	8
Alto	6,14a	6,24a	6,97a	7,42ab
Médio	5,75a	6,58a	6,99a	7,71a
Marginal	6,36a	6,64a	7,23a	6,95 b

¹Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em algumas situações, maiores profundidades de semeadura podem resultar em melhor resposta do IVE, como para sorgo granífero (ORTOLANI; BANZATO; BORTOLI, 1986), provavelmente em maiores profundidades pode ser formado um ambiente térmico favorável ao desenvolvimento da plântula. Neste trabalho, a semeadura mais profunda retardou a emergência das plântulas e, em alguns casos, impediu as plântulas de alongarem-se até a superfície (Figura 07). Estes resultados estão de acordo com aqueles observados por Fornasieri Filho (2007), para a cultura do milho.

As condições físicas do leito de semeadura se correlacionam com as estimativas de velocidade e taxa de emergência, sugerindo que, se o contato solo-semente é

adequado, as condições físicas do leito de semeadura afetam primariamente a velocidade e o tempo no qual as plântulas emergem do solo (NARS; SELLES,1995). Além de fatores físicos do solo, Gan, Stobe e Moes (1992) observaram que a profundidade de semeadura e o tamanho das sementes influenciaram na emergência de sementes de trigo.

O teste de emergência à campo tem sido usado como um padrão relativamente confiável para confirmar o desempenho de sementes relacionados nos testes padrões que rotineiramente são utilizados para atestar a qualidade de diferentes lotes de sementes das diversas espécies cultivadas. Vários autores têm tentado relacionar diversos testes laboratoriais com os resultados da emergência à campo (Tabela 01), entretanto, desde que o desempenho na germinação das sementes e, posterior emergência das plântulas se relacione com as condições nas quais a semente foi submetida, torna-se difícil obter correlações positivas, entre esses dois ambientes de semeadura.

4.3 Interferência da restrição hídrica no teste de emergência com sementes de milho

Na Tabela 19, é apresentado o resumo das análises de variância conjunta dos dados obtidos no teste de emergência em canteiro dos experimentos conduzidos com e sem restrição hídrica, para avaliar a interferência da restrição hídrica, do vigor das sementes e da profundidade de semeadura, na emergência de sementes de milho em solo de textura muito argilosa e em solo de textura média. Nota-se, para o solo de textura muito argilosa, que as variáveis tempo médio e coeficiente de variação do tempo responderam significativamente somente ao regime hídrico, enquanto que para a emergência, a velocidade média e o índice de velocidade de emergência houve efeito significativo da interação entre o regime hídrico e a profundidade de semeadura. Com relação à sincronia, ocorreu interação significativa entre regime hídrico e nível de vigor das sementes. Para a variável incerteza, não houve influência do regime de irrigação.

Ainda na Tabela 19, para o solo de textura média, observa-se que, para velocidade média, a incerteza e o índice de velocidade de emergência, houve efeito significativo somente do regime hídrico, não ocorrendo interação com os outros fatores estudados. Para o tempo médio, houve interação significativa entre regime hídrico e profundidade de semeadura. O coeficiente de variação no tempo (CV_t) e a sincronia (Z)

TABELA 19 - Resumo das análises de variância conjunta dos dados de emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (\bar{t}), coeficiente de variação do tempo (CV t), velocidade média (\bar{v}), incerteza (I), sincronia (Z) e índice de emergência a campo (IEC) obtidos no teste de emergência em canteiro, nos experimentos conduzidos com e sem restrição hídrica, para avaliar a interferência da restrição hídrica, do vigor das sementes e da profundidade de semeadura, na emergência de sementes de milho em canteiro com solo de textura muito argilosa e em solo de textura média. Uberlândia-MG, 2012.

Fontes de Variação	Graus de liberdade	Quadrados Médios							
		E	IVE	\bar{t}	CV t	\bar{v}	I	Z	IEC
TEXTURA MUITO ARGILOSA									
Nível de vigor (NV)	3	1923,5609**	925,7200**	3,7516**	9,3788 ^{ns}	0,000270**	0,5081**	0,000959 ^{ns}	949,7411**
Profundidade (P)	2	1501,5399**	173,9823**	0,1914 ^{ns}	76,8747**	0,000046 ^{ns}	0,3717**	0,007420**	1864,3308**
Interação NV x P	6	75,6071*	20,6003 ^{ns}	0,3184 ^{ns}	4,5480 ^{ns}	0,000034 ^{ns}	0,0614 ^{ns}	0,001255 ^{ns}	79,9465*
Regime Hídrico (RH)	1	128,0548*	2458,1734**	51,0383**	353,4254**	0,164300**	0,0990 ^{ns}	0,801200**	913,8525**
RH*P	3	139,0031**	68,2658**	0,3125 ^{ns}	14,0979 ^{ns}	0,000273**	0,1888 ^{ns}	0,000959 ^{ns}	61,0041 ^{ns}
RH*Nv	2	67,1821 ^{ns}	12,9778 ^{ns}	0,0360 ^{ns}	13,6948 ^{ns}	0,000046 ^{ns}	0,1575 ^{ns}	0,007420**	80,3491 ^{ns}
RH*P*Nv	6	36,0311 ^{ns}	9,2971 ^{ns}	0,1201 ^{ns}	11,9456 ^{ns}	0,000034 ^{ns}	0,1641 ^{ns}	0,001255 ^{ns}	22,2492 ^{ns}
Blocos (Regime Hídrico)	4	57,6956	372,4769	1,3009	52,4433	0,000100	0,1082	0,001499	138,9999
Resíduo	44	31,0442	14,5105	0,1745	7,3536	0,000060	0,1036	0,000642	28,3053
Coeficiente de Variação (%)	8,68	15,36	7,08	22,38	0,74	23,73	2,29	6,04	
TEXTURA MÉDIA									
NV	3	3211,0370**	731,4194**	0,7178**	37,2171*	0,003490**	1,6444**	0,2073**	1477,0417**
Profundidade (P)	2	1202,6250**	110,0604**	0,2638 ^{ns}	15,9642 ^{ns}	0,000150*	0,2787 ^{ns}	0,0246 ^{ns}	6734,8889**
Interação NV x P	6	52,2175 ^{ns}	6,9843 ^{ns}	0,1342*	4,7425 ^{ns}	0,000068 ^{ns}	0,1173 ^{ns}	0,0166 ^{ns}	59,9306 ^{ns}
Regime Hídrico (RH)	1	93,3888 ^{ns}	33,0511*	1,1250**	1,4159 ^{ns}	0,011700**	0,4849*	0,0216 ^{ns}	200,0000 ^{ns}
RH*P	3	19,7592 ^{ns}	4,9075 ^{ns}	0,3842**	5,6111 ^{ns}	0,000440 ^{ns}	0,0538 ^{ns}	0,0053 ^{ns}	35,0370 ^{ns}
RH*Nv	2	131,2638*	3,1162 ^{ns}	0,1250 ^{ns}	1,5947 ^{ns}	0,000024 ^{ns}	0,0091 ^{ns}	0,0017 ^{ns}	283,6250**
RH*P*Nv	6	66,1898*	5,6710 ^{ns}	0,1064 ^{ns}	3,9569 ^{ns}	0,000094 ^{ns}	0,0354 ^{ns}	0,0074 ^{ns}	120,6620*
Blocos (Regime Hídrico)	4	53,5277	208,0140	0,1111	17,3865	0,000640	0,5650	0,0640	150,9167
Resíduo	44	28,3156	5,4584	0,0505	5,5213	0,000046	0,0981	0,0167	51,7197
Coeficiente de Variação (%)	8,31	11,90	7,89	23,40	4,97	22,33	27,93	8,88	

*; ** - significativo a 5% e a 1% de probabilidade, pelo teste de F, respectivamente; ^{ns} - não significativo.

não foram alteradas significativamente. Com relação à porcentagem de emergência, pode-se observar que houve interação significativa entre regime hídrico, nível de vigor das sementes e profundidade de semeadura.

Ao estudar o efeito da restrição hídrica no solo de textura muito argilosa nota-se, que apenas o regime hídrico influenciou o IEC. Por outro lado, no solo de textura média, houve interação significativa tripla, entre regime hídrico, profundidade de semeadura e nível de vigor das sementes (Tabela 19).

Na Tabela 20, são apresentadas as médias da emergência, velocidade média e índice de velocidade de emergência de plântulas de milho semeadas à diferentes profundidades de semeadura, em canteiros com solo de textura muito argilosa, e submetidas a dois regimes hídricos. Constatata-se que a restrição hídrica reduziu a porcentagem de emergência em todas a profundidades de semeadura, exceto a 6 cm. Já a \bar{v} foi maior em todas as profundidades no ambiente com restrição hídrica. Para o índice de velocidade de emergência, ocorreu diferença entre os dois regimes hídricos, apenas na semeadura a 2 cm de profundidade, quando a restrição hídrica gerou um IVE superior.

TABELA 20 - Emergência (E), velocidade média (\bar{v}) e índice de velocidade de emergência (IVE) e sincronia (Z) na emergência de plântulas de milho em diferentes profundidades de semeadura, regimes hídricos e nível de vigor dos lotes de sementes, em canteiros com solo de textura muito argilosa. Uberlândia-MG, 2012¹.

Restrição Hídrica	Profundidade			
	2	4	6	8
Emergência (%)				
Sem	96a	92a	86a	77a
Com	92 b	85 b	81a	66 b
\bar{v} (plantas dia ⁻¹)				
Sem	0,17 b	0,16 b	0,16 b	0,15 b
Com	0,22a	0,20a	0,19a	0,19a
IVE (plântulas dia ⁻¹)				
Sem	31,98 b	30,54a	27,46a	24,05a
Com	41,17a	30,56a	28,52a	21,30a
Nível de Vigor				
Z				
Alto				
Sem	0,49a	0,45a	0,49a	
Com	0,55a	0,48 b	0,38 b	

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados de germinação e emergência das sementes colocadas em solo seco são similares aos que ocorrem no armazenamento das sementes. A perda da capacidade de germinar (emergir) das sementes diminui conforme aumentam a umidade, a temperatura e o tempo de exposição. Assim, sementes colocadas em solo com umidade insuficiente para germinar, até que ocorra uma chuva ou irrigação, estão praticamente armazenadas no solo (PESKE; PESKE, 2011), ficando sujeitas às condições edafoclimáticas e microbiológicas.

Também na Tabela 20, nota-se que para o lote de alto vigor, o regime hídrico não interferiu na sincronia. Por outro lado, os lotes de vigor médio e marginal apresentaram maior assincronia na emergência, quando submetidos ao ambiente com restrição hídrica. O período em que as sementes permaneceram armazenadas no solo seco, durante 15 dias até a primeira irrigação expôs as sementes à variações de temperatura e mesmo na umidade do solo, devido ao próprio local de condução dos experimentos. Essa condição, que pode ser considerada não favorável às sementes foi mais evidente na resposta dos lotes de vigor inferior (médio e marginal). Para Marcos Filho (1999), o uso de lotes de baixa qualidade com germinação inferior ao valor mínimo para comercialização, permite a obtenção de correlações significativas entre laboratório e campo, dificultando a detecção eficiente da influência do vigor sobre o desempenho das sementes.

Apesar do tempo médio para emergência, no ambiente com restrição hídrica, ter sido menor, o coeficiente de variação do tempo nessa condição foi maior, entretanto, a dispersão no tempo não interferiu na incerteza (Tabela 21).

O IEC foi influenciado pelo regime hídrico de tal forma que o ambiente com restrição hídrica, quando as sementes permaneceram armazenadas no solo durante 15 dias até a primeira irrigação, mostrou-se como uma condição adversa, determinando redução nos valores de emergência a campo e consequente redução do IEC (Tabela 21). Novamente reforça-se o conceito de, em condições não favoráveis, o desempenho no campo ser fortemente reduzido em relação ao desempenho no teste de germinação. Na condução do teste de emergência em campo, devem ser consideradas as condições de semeadura e condução do teste, pois os resultados destes podem variar em função da forma como esse teste é conduzido.

Na Tabela 22, são apresentadas as médias da porcentagem de emergência de plântulas de milho obtidas de sementes com diferentes níveis de vigor, submetidas a dois regimes hídricos e semeadas a diferentes profundidades, no teste de emergência em

TABELA 21 - Tempo médio (\bar{t}), coeficiente de variação do tempo (CV t), incerteza (I) e índice de emergência a campo (IEC) na emergência de plântulas obtidas de sementes de milho no teste de emergência em canteiro com solo de textura muito argilosa, sob dois regimes hídricos. Uberlândia-MG, 2012¹.

Restrição Hídrica	\bar{t} (dias)	CV t (%)	I (bit)	IEC
Sem	6,42a	10,99 b	1,31a	91,63a
Com	5,06 b	14,33a	1,39a	84,50 b

¹Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada regime hídrico, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 22 - Emergência (%) e índice de emergência a campo (IEC) de plântulas de milho obtidas de sementes, com diferentes níveis de vigor, submetidas a dois regimes hídricos e semeadas a diferentes profundidades, no teste de emergência de plântulas em canteiro com solo de textura média. Uberlândia-MG, 2012¹.

Profundidades	Nível de Vigor das Sementes	Regime Hídrico			
		Emergência		IEC	
		Sem Restrição	Com Restrição	Sem Restrição	Com Restrição
2	Alto	99A	97A	100,67A	99,00A
	Médio	97A	95A	103,00A	100,67A
	Marginal	85B	73A	89,67A	76,67B
4	Alto	94A	97A	99,33A	95,67A
	Médio	96A	87B	101,67A	93,00A
	Marginal	86A	76A	90,00A	80,00A
6	Alto	84A	82A	86,00A	83,33A
	Médio	80A	82A	86,67A	85,67A
	Marginal	72A	75A	78,33A	75,33A
8	Alto	54B	68A	69,33A	54,67B
	Médio	53A	50B	56,33A	53,33A
	Marginal	51A	31A	53,33A	32,00B

¹Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

canteiro com solo de textura média. Nota-se que na profundidade de 2 cm, apenas o lote de vigor marginal foi influenciado pela restrição hídrica. Para a cultura da soja, Rezende et al. (2003) observaram que a semeadura no seco (7, 14 e 21 dias) reduziu significativamente a emergência das plântulas, a medida em que se aumentou o período de dias em que as sementes permaneceram armazenadas no solo.

A emergência de plântulas obtidas a partir do lote de sementes de vigor médio foi influenciada pela restrição hídrica, quando as sementes foram semeadas às profundidades de 4 e 8 cm (Tabela 22). Na profundidade de 8 cm de semeadura, a emergência do lote de alto vigor foi superior quando houve restrição hídrica. Nesse

ambiente com alto nível de estresse (restrição hídrica e alta profundidade de semeadura) o lote de alto vigor expressou um potencial fisiológico comprovadamente superior aos outros níveis de vigor utilizados. Lotes de vigor inferior necessitam de um tempo para reparos celulares e iniciar o processo de germinação (MATHEWS; KHAJEH-HOSSEINI, 2006). De acordo com Rezende et al. (2003), a emergência pode ser influenciada pelo estresse hídrico, levando a um atraso no início da germinação das sementes, favorecendo maior deterioração das mesmas por ataque de microrganismos presentes tanto no solo, quanto na própria sementes.

Para o IEC, o nível de vigor dos lotes influenciou nessa variável na profundidade de 2 cm de semeadura, quando o lote de vigor marginal apresentou menor capacidade para suportar o nível de estresse gerado pela restrição hídrica (Tabela 22). A habilidade dos lotes de diferentes níveis de vigor apresentarem resultados compatíveis com os de laboratório diminui a medida que as condições de semeadura tornam-se menos adequadas, como indicado pelos valores do IEC a 8 cm de profundidade de deposição da semente, quando os lotes de vigor alto e marginal apresentaram reduções significativas nessa variável. Segundo Torres et al. (2004), essa relação entre resultados de laboratório e de campo sofre influência direta das condições do leito de semeadura. E a maior precisão do teste de germinação para estimar a emergência das plântulas em campo, de acordo com Egli e Tekrony (1995), ocorre quando os índices de emergência em campo apresentam valores próximos de 100.

Na Tabela 23, são apresentadas as médias da velocidade média, coeficiente de variação do tempo, sincronia, incerteza e índice de velocidade de emergência de plântulas de milho obtidas de sementes submetidas a dois regimes hídricos, semeadas a diferentes profundidades, e tempo médio, obtidos no teste de emergência de plântulas em canteiro com solo de textura média. Constata-se que o coeficiente de variação do tempo e a sincronia não foram influenciados pelo regime hídrico no solo de textura média. Mas, a emergência foi mais rápida no ambiente com restrição hídrica, com maior velocidade média e menor incerteza, apesar de apresentar menor IVE. Com relação ao \bar{t} , houve interação dos regimes de irrigação com as profundidades de semeadura do milho e, nos canteiros submetidos à restrição hídrica, o tempo médio de emergência foi menor que nos canteiros sem restrição hídrica, para todas as profundidades de semeadura.

Em solos com baixo conteúdo inicial de água, ocorre baixa taxa de emergência, atribuída à formação da camada de resistência acima da semente. Nessa condição, foi observada a germinação da semente e a produção da parte aérea dentro do solo. Em

TABELA 23 - Velocidade média (\bar{v}), coeficiente de variação do tempo (CV t), sincronia (Z), incerteza (I) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de milho obtidas de sementes submetidas a dois regimes hídricos, semeadas a diferentes profundidades, e tempo médio (\bar{t}), obtidos no teste de emergência de plântulas em canteiro com solo de textura média. Uberlândia-MG, 2012.¹

Restrição Hídrica	\bar{v} (dias ⁻¹)	CV t (%)	Z	I (bit)	IVE (plântulas dia ⁻¹)
Sem	0,12a	10,18a	0,45a	1,48 b	20,31a
Com	0,15 b	9,90a	0,48a	1,32a	18,95 b
Tempo médio (dias ⁻¹)					
Profundidade (cm)					
	2	4	6	8	
Sem	7,02 b	7,75 b	8,50 b	9,39 b	
Com	6,08a	6,49a	7,05a	7,36a	

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

condições de campo, trincados laterais no solo podem possibilitar a quebra da camada superficial microcompactada, como resultado da força da emergência exercida pela plântula (Figura 13). Braunack (1995) observou situação semelhante, ao avaliar o efeito do conteúdo de água no solo e do tamanho dos agregados sobre a germinação e emergência de plântulas de milho.

A prática de semeadura em solo seco é bastante utilizada e parte do princípio que a semente suporta um período seco dentro do solo, sem perda de viabilidade. Os produtores realizam essa prática na expectativa de ocorrência de chuvas dentro de um intervalo de tempo em que a germinação e emergência dessas sementes não sejam prejudicadas pelas condições edafoclimáticas. Sementes com maior nível de vigor tem maior probabilidade de desempenho superior no campo, sob variadas condições de cultivo, mas, não existem garantias de que elas irão apresentar melhor desempenho. Condições ambientais desfavoráveis, como longos períodos com estresse por água, podem não garantir uma adequada população no campo (VIEIRA et al., 2004).

4.4 Interferência da textura do solo no teste de emergência com sementes de milho

Na Tabela 24, é apresentado o resumo da análise de variância conjunta dos dados obtidos no teste de emergência em canteiro dos experimentos conduzidos sem restrição hídrica, para avaliar a interferência da textura do solo, do vigor das sementes e da



FIGURA 13 - Emergência de plântula de milho em sentido paralelo à superfície do solo, tendo a parte aérea tendo sido responsável pela força para rompimento da camada de solo. Uberlândia-MG, 2012.

profundidade de semeadura, na emergência de sementes de milho. Nota-se, que no ambiente sem restrição hídrica, a emergência e o tempo médio foram influenciados significativamente somente pela textura do solo. Para CV_t , \bar{v} , I e Z, ocorreu interação significativa da profundidade de semeadura com a textura do solo. Interação significativa entre a textura do solo, a profundidade de semeadura e o nível de vigor das sementes ocorreu somente para o IVE.

Ainda na Tabela 24, observa-se, que no ambiente com restrição hídrica, a textura do solo exerceu efeito significativo em todas as variáveis avaliadas, exceto na incerteza, que também não sofreu efeito significativo de nenhum dos demais fatores assim como de suas interações. Para a porcentagem de emergência, velocidade média e IVE, houve efeito significativo da interação entre profundidade de semeadura e textura do solo.

A sincronia do processo de emergência das plântulas de milho foi influenciada somente pela interação da textura com o nível de vigor das sementes. Para o índice de emergência a campo, ocorreu interação entre a textura do solo e profundidade de semeadura, para os dois regimes hídricos estudados. Dessa forma, a profundidade de

TABELA 24 - Resumo das análises de variância conjunta dos dados de emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (\bar{t}), coeficiente de variação do tempo (CV t), velocidade média (\bar{v}), incerteza (I), sincronia (Z) e índice de emergência a campo (IEC) obtidos no teste de emergência de plântulas em canteiro cujos experimentos foram conduzidos sem e com restrição hídrica, para avaliar a interferência da textura do solo, do vigor das sementes e da profundidade de semeadura, na resposta de sementes de milho ao teste de emergência em canteiros. Uberlândia-MG, 2012.

Fontes de Variação	Graus de liberdade	Quadrados Médios							
		E	IVE	\bar{t}	CV t	\bar{v}	I	Z	IEC
SEM RESTRIÇÃO HÍDRICA									
Nível de Vigor (Nv)	3	1116,8092**	478,9809**	0,0671**	6,8202 ^{ns}	0,002050**	0,594000**	0,0483**	675,9151**
Profundidade (P)	2	907,7539**	111,6612**	0,0191 ^{ns}	2,8040 ^{ns}	0,000339*	0,368200**	0,0238 ^{ns}	3638,6585**
Interação Nv x P	6	23,5553 ^{ns}	2,7667 ^{ns}	0,0031 ^{ns}	1,4402 ^{ns}	0,000054 ^{ns}	0,064500 ^{ns}	0,0074 ^{ns}	8,8108 ^{ns}
Textura do Solo (T)	1	573,1659**	1210,7300**	1,4098**	11,6403 ^{ns}	0,021700**	0,523600**	0,0300 ^{ns}	1447,6684**
T*P	3	12,8346 ^{ns}	48,7542**	0,0130 ^{ns}	22,5716**	0,000346**	0,532000**	0,0799**	600,2456**
T*Nv	2	33,1073 ^{ns}	2,9638 ^{ns}	0,0132 ^{ns}	2,0362 ^{ns}	0,000072 ^{ns}	0,000031 ^{ns}	0,0025 ^{ns}	11,4214 ^{ns}
T*P*Nv	6	12,3165 ^{ns}	8,7041*	0,0159 ^{ns}	1,5943 ^{ns}	0,000106 ^{ns}	0,015300 ^{ns}	0,0026 ^{ns}	30,0035 ^{ns}
Blocos (Textura do Solo)	4	82,3221	189,9203	0,2962	36,0662	0,004051	1,246500	0,1291	141,3664
Resíduo	44	17,6535	2,7697	0,0103	3,9360	0,000071	0,059100	0,0110	25,0300
C.V. (%)		6,15	6,82	4,27	18,75	5,95	17,37	22,57	5,74
COM RESTRIÇÃO HÍDRICA									
Nível de Vigor (Nv)	3	1923,5609**	925,7200**	3,7516**	9,3788 ^{ns}	0,000273**	0,5081**	0,000959 ^{ns}	1968,9592**
Profundidade (P)	2	1501,5399**	173,9823**	0,1914 ^{ns}	76,8747**	0,000046 ^{ns}	0,6717**	0,007420**	4189,0035**
Interação Nv x P	6	75,6071*	20,6003 ^{ns}	0,3184 ^{ns}	4,5480 ^{ns}	0,000034 ^{ns}	0,0614 ^{ns}	0,001255 ^{ns}	206,3745**
Textura do Solo (T)	1	128,0548*	2458,1734**	51,0386**	353,4254**	0,164300**	0,0990 ^{ns}	0,801200**	473,7786**
T*P	3	139,0031**	68,2658**	0,3125 ^{ns}	14,0979 ^{ns}	0,000273**	0,1888 ^{ns}	0,000959 ^{ns}	294,0393**
T*Nv	2	67,1821 ^{ns}	12,9778 ^{ns}	0,0360 ^{ns}	13,6948 ^{ns}	0,000046 ^{ns}	0,1575 ^{ns}	0,007420**	130,6822 ^{ns}
T*P*Nv	6	36,0311 ^{ns}	9,2971 ^{ns}	0,1201 ^{ns}	11,9456 ^{ns}	0,000034 ^{ns}	0,1641 ^{ns}	0,001255 ^{ns}	35,4106 ^{ns}
Blocos (Textura do Solo)	4	57,6956	372,4769	1,3009	52,4433	0,00010	0,1082	0,001499	144,7784
Resíduo	44	31,0442	14,5105	0,1745	7,3536	0,00006	0,1036	0,000642	54,9369
C.V. (%)		8,68	15,36	7,08	22,38	0,74	23,73	2,29	9,05

*; ** - significativo a 5% e a 1% de probabilidade, pelo teste de F, respectivamente; ^{ns} - não significativo.

semeadura adequada para o melhor desempenho das sementes foi diferente para as duas texturas de solo analisadas (Tabela 24).

Pela análise da Tabela 25, na qual são apresentadas as médias da emergência e tempo médio de emergência de plântulas de milho, obtidas de sementes submetidas a solos de diferentes texturas no teste de emergência em canteiro, observa-se, que no solo de textura muito argilosa sem restrição hídrica, houve maior porcentagem de emergência em menor tempo. Este comportamento pode ser explicado pelo fato dos solos de textura argilosa normalmente apresentarem melhor uma capacidade de retenção de água, e por consequência mantêm um teor de umidade mais estável, favorecendo o processo de embebição, germinação e emergência das plântulas.

TABELA 25 - Emergência e Tempo médio de emergência de plântulas de milho obtidas de sementes semeadas em solos com diferentes texturas, no teste de emergência de plântulas em canteiro, sem restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.¹

Textura do Solo	Emergência (%)	Tempo médio(dias)
Muito Argilosa	88a	6,42a
Média	79 b	8,16 b

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Considerando a Tabela 26, que apresenta as médias do coeficiente de variação do tempo, velocidade média, incerteza e sincronia da emergência de plântulas de milho obtidas no teste de emergência de plântulas em canteiro com solo de diferentes texturas e profundidades de semeadura, sem restrição hídrica, percebe-se que o coeficiente de variação do tempo, para o solo de textura média, foi menor na semeadura a 2 e a 4 cm, e que nessas texturas avaliadas o aumento na profundidade de deposição da sementes para 6 e 8 cm não influencia o CVt.

No solo de textura muito argilosa, a \bar{v} foi superior ao encontrado no solo de textura média, com exceção da semeadura a 4 cm, quando houve equivalência nessa variável. Relacionando os resultados da incerteza e sincronia com a velocidade média, observa-se tendência de melhor desempenho das sementes no solo de textura muito argilosa em detrimento da textura média, principalmente quando a semeadura ocorreu em maiores profundidades, em situação de canteiro sem restrição hídrica (Tabela 26).

TABELA 26 - Coeficiente de variação do tempo, velocidade média, incerteza, sincronia e índice de emergência a campo de plântulas de milho obtidas no teste de emergência em canteiro de plântulas com solo de diferentes texturas e profundidades de semeadura, sem restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.¹

Textura	Profundidade (cm)			
	2	4	6	8
Coeficiente de variação do tempo (%)				
Muito Argilosa	11,80 b	11,09 b	10,19a	10,87a
Média	8,37a	9,18a	11,27a	11,94a
Velocidade média (dias⁻¹)				
Muito Argilosa	0,17a	0,16a	0,16a	0,15a
Média	0,14 b	0,13a	0,12 b	0,11 b
Incerteza (bit)				
Muito Argilosa	1,38 b	1,23a	1,26a	1,39a
Média	1,10a	1,33a	1,63 b	1,89 b
Sincronia				
Muito Argilosa	0,45 b	0,50a	0,51a	0,49a
Média	0,57a	0,51a	0,39 b	0,31 b
Índice de emergência a campo				
Muito Argilosa	99,89a	96,55a	89,69a	80,38a
Média	97,78a	95,95a	82,26 b	54,65 b

¹Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada regime hídrico, na coluna, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Ainda na Tabela 26, com relação ao IEC, nota-se que quando a semente foi depositada a 2 e a 4 cm não ocorreu diferença no seu desempenho entre as duas texturas de solo. Mas a 6 e a 8 cm o solo de textura muito argilosa apresentou maior índice de emergência a campo. Solos de textura argilosa apresentam capacidade de retenção de água superior aos de textura média a arenosa e, em profundidades maiores, pode haver maior equilíbrio no teor de água do solo de textura muito argilosa, favorecendo a germinação e emergência das plântulas.

Na Tabela 27, são apresentadas as médias de índice de velocidade de emergência resultantes da interação entre o nível de vigor das sementes, a profundidade de semeadura e a textura do solo, no experimento conduzido sem restrição hídrica. Nota-se que o IVE não foi influenciado pela textura do solo apenas para as sementes de alto vigor foram semeadas a 2 cm de profundidade. Portanto, sementes de milho, mesmo com diferenças no vigor, apresentaram desempenho superior quando o solo foi de textura muito argilosa.

Na Tabela 28, são apresentados os resultados de emergência, velocidade média, índice de velocidade de emergência, índice de emergência a campo e sincronia de plântulas de milho obtidas no teste de emergência de plântulas em canteiro com solo de

TABELA 27 - Índice de Velocidade Emergência de plântulas de milho no teste de emergência de plântulas em canteiro com solo de diferentes texturas, em função da profundidade de semeadura e do nível de vigor das sementes, sem restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.¹

Profundidade (cm)	Nível de Vigor das Sementes	Textura do Solo	
		Muito Argilosa	Média
2	Alto	30,78A	29,17A
	Médio	35,47A	28,04B
	Marginal	29,70A	23,69B
4	Alto	32,39A	24,75B
	Médio	31,09A	25,56B
	Marginal	28,15A	21,59B
6	Alto	29,08A	20,19B
	Médio	28,36A	19,44B
	Marginal	24,94A	16,97B
8	Alto	27,09A	12,08B
	Médio	25,25A	11,69B
	Marginal	19,80A	10,50B

¹Médias seguidas por mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

diferentes texturas e profundidades de semeadura, de lotes de sementes com três níveis de vigor, em ambiente com restrição hídrica. Nota-se que a velocidade média e o IVE foram influenciados pela textura do solo, em todas as profundidades avaliadas. No solo muito argiloso, a velocidade média de emergência foi maior e o número de plântulas emergidas por dia também. Nesse sentido, a sincronia do processo de emergência variou em função do nível de vigor das sementes, indicando que os lotes de vigor alto e médio tiveram emergência mais sincronizada no solo de textura muito argilosa, enquanto o lote de vigor marginal foi mais assíncrono nessa classe textural.

A disponibilidade de água do solo para a semente é determinada pelo potencial hídrico, ou a força com que a água é retida pelo solo. Assim, um solo rico em argila retém muito mais a água do que um solo arenoso. Um solo argiloso no ponto de murcha permanente (-15 Bars) pode ter 11% de umidade, enquanto um solo arenoso pode ter apenas 5% de umidade. É claro que quanto maior o contato da semente com o solo, maior é a quantidade de água embebida; inclusive, esta é a razão de os agricultores, no momento da semeadura, cobrirem as sementes com solo com alguma compactação, passando algo por cima da linha de semeadura (PESKE; PESKE, 2011).

Ainda na Tabela 28, nota-se que no ambiente com restrição hídrica, apenas quando as sementes foram depositadas na maior profundidade de semeadura (8 cm) ocorreu diferença entre as duas texturas de solo avaliadas para o IEC. Nessa situação, na

TABELA 28 - Emergência, velocidade média, índice de velocidade de emergência, índice de emergência a campo e sincronia de plântulas de milho obtidas no teste de emergência de plântulas em canteiro com solo de diferentes texturas e profundidades de semeadura, de lotes de sementes com três níveis de vigor, em ambiente com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.¹

Textura	Profundidade (cm)			
	2	4	6	8
Emergência (%)				
Muito Argilosa	92a	85a	81a	66a
Média	88a	87a	79a	50a
Velocidade média (dias⁻¹)				
Muito Argilosa	0,22a	0,20a	0,19a	0,19a
Média	0,17 b	0,15 b	0,14 b	0,14 b
Índice de velocidade de emergência (plântulas dia⁻¹)				
Muito Argilosa	42,17a	30,56a	28,52a	21,30a
Média	24,73 b	21,70 b	18,53 b	10,85 b
Índice de emergência a campo				
Muito Argilosa	96,18a	90,89a	84,61a	68,29a
Média	92,05a	88,93a	82,93a	51,63 b
Nível de Vigor				
Sincronia				
	Alto	Médio	Marginal	
Muito Argilosa	0,55a	0,48a	0,38 b	
Média	0,51 b	0,47 b	0,46a	

¹Médias seguidas pela mesma letra, dentro de textura, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

qual se associa mais um nível de estresse para as sementes, representado pelo regime hídrico, ocorre redução significativa no desempenho das sementes, como discutido anteriormente. Dessa forma, tendo o solo de textura média menor capacidade de retenção de água e estando sob condições de estresse hídrico, era esperado que a emergência das plântulas fosse influenciada, gerando diferenças com os valores de laboratório.

As médias referentes ao tempo médio e coeficiente de variação do tempo em função da textura do solo, obtidas no teste de emergência em canteiros, são apresentados na Tabela 29. Observa-se que o solo de textura muito argilosa apresentou menor tempo médio de emergência em consequência da maior velocidade média (Tabela 28). Entretanto, apresentou um CV_t mais elevado, indicando que houve maior dispersão da emergência em torno do tempo médio. Para milho e soja, Braunack (1995) observou que o conteúdo inicial de água no solo e o tamanho dos agregados afetaram significativamente a emergência das plântulas em solo argiloso. Na expectativa do adequado teor de umidade no solo, o agricultor, na maioria das vezes, atrasa a

TABELA 29 - Tempo médio de emergência e Coeficiente de variação do tempo de emergência de plântulas de milho, obtidas no teste de emergência em canteiro com solo de diferentes texturas. Uberlândia-MG, 2012.¹

Textura do Solo	Tempo médio (dias)	Coeficiente de variação do tempo (%)
Muito Argilosa	5,06 b	14,33a
Média	6,75a	9,90 b

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

semeadura. Uma alternativa ao problema é o plantio com baixo teor de umidade, ficando a germinação das sementes na dependência das chuvas iniciais. Nessa situação, as sementes devem enfrentar variações na temperatura do solo. O inconveniente dessa prática é a ocorrência de chuvas de intensidade, que poderiam provocar o início do processo de germinação da semente. Não havendo umidade suficiente para a continuação do processo, essas plântulas não conseguem emergir, causando drásticas reduções no estande inicial (REZENDE et al., 2003).

Em solos argilosos, as sementes devem ser colocadas mais superficialmente, entre 3 e 5 cm. Caso essas sementes sejam semeadas em maiores profundidades, podem ocorrer prejuízos à emergência das plântulas (CRUZ et al., 2011), em decorrência do maior gasto energético pela plântula para a emergência, com reflexos no desempenho inicial da cultura.

A textura do solo influenciou na germinação e emergência de gramíneas forrageiras, provavelmente por sua influência nas propriedades hidráulicas do solo na superfície próxima à semente (HARDEGREE; VAN VACTOR, 2000). Esses autores observaram que solos com maior teor de areia perderam umidade mais rapidamente por drenagem e ainda teriam menor capacidade de retenção de água que solos com maiores teores de argila e silte. Nesse contexto, sementes com capacidade para germinar e emergir mais rapidamente são mais hábeis para se estabelecer antes que as condições hídricas tornem-se limitantes.

4.5 Frequência Relativa da Emergência

Os gráficos de frequência relativa (Fr) da emergência são apresentados nas Figuras 14 e 15, para os solos de textura muito argilosa e de textura média, respectivamente. Os polígonos de Fr indicam que as sementes de milho apresentaram

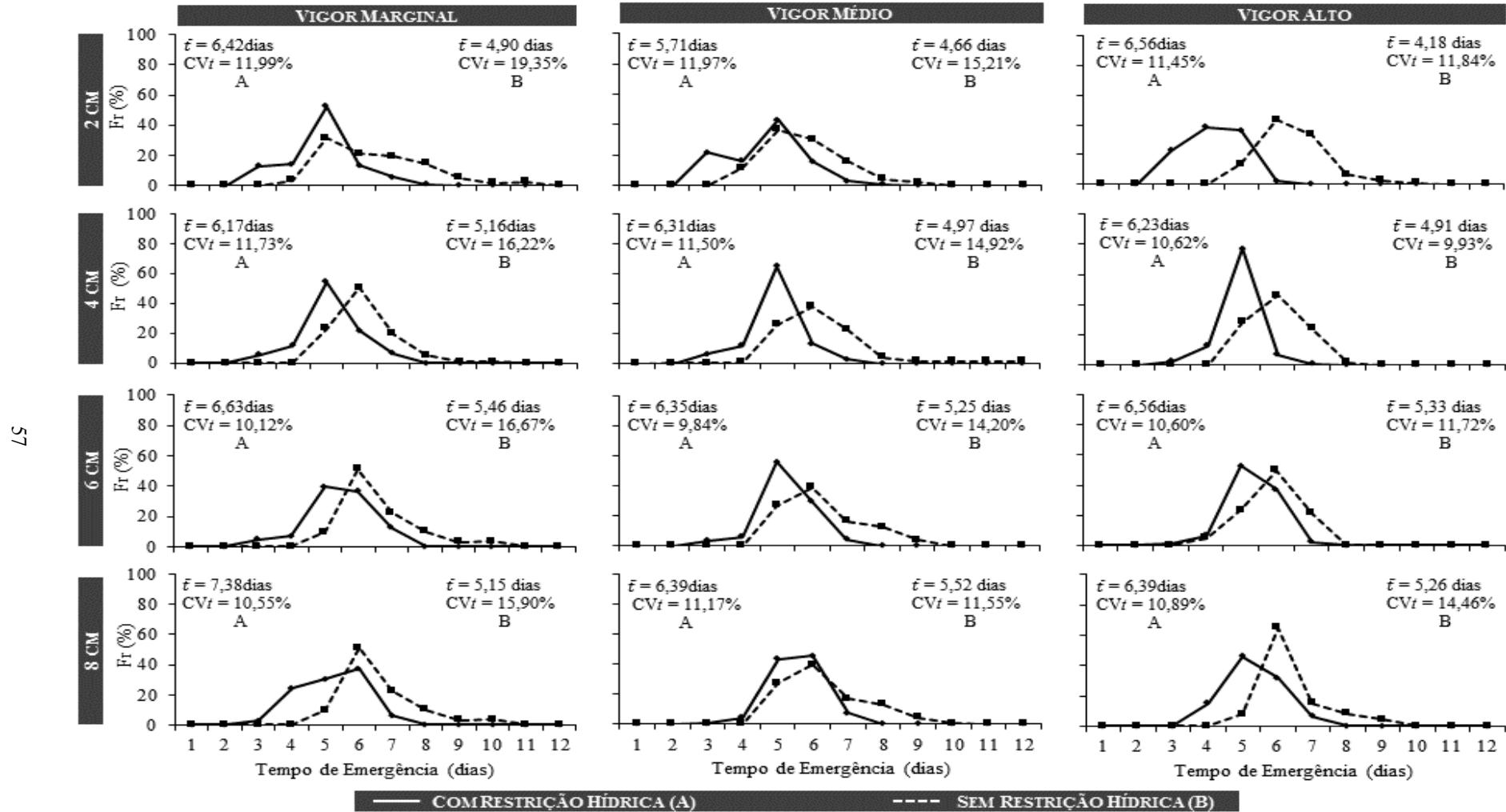


FIGURA 14 - Frequência relativa da emergência de plântulas de milho nos experimentos com sementes de milho de diferentes níveis de vigor semeadas em canteiros com solo de textura muito argilosa, em ambientes sem e com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.

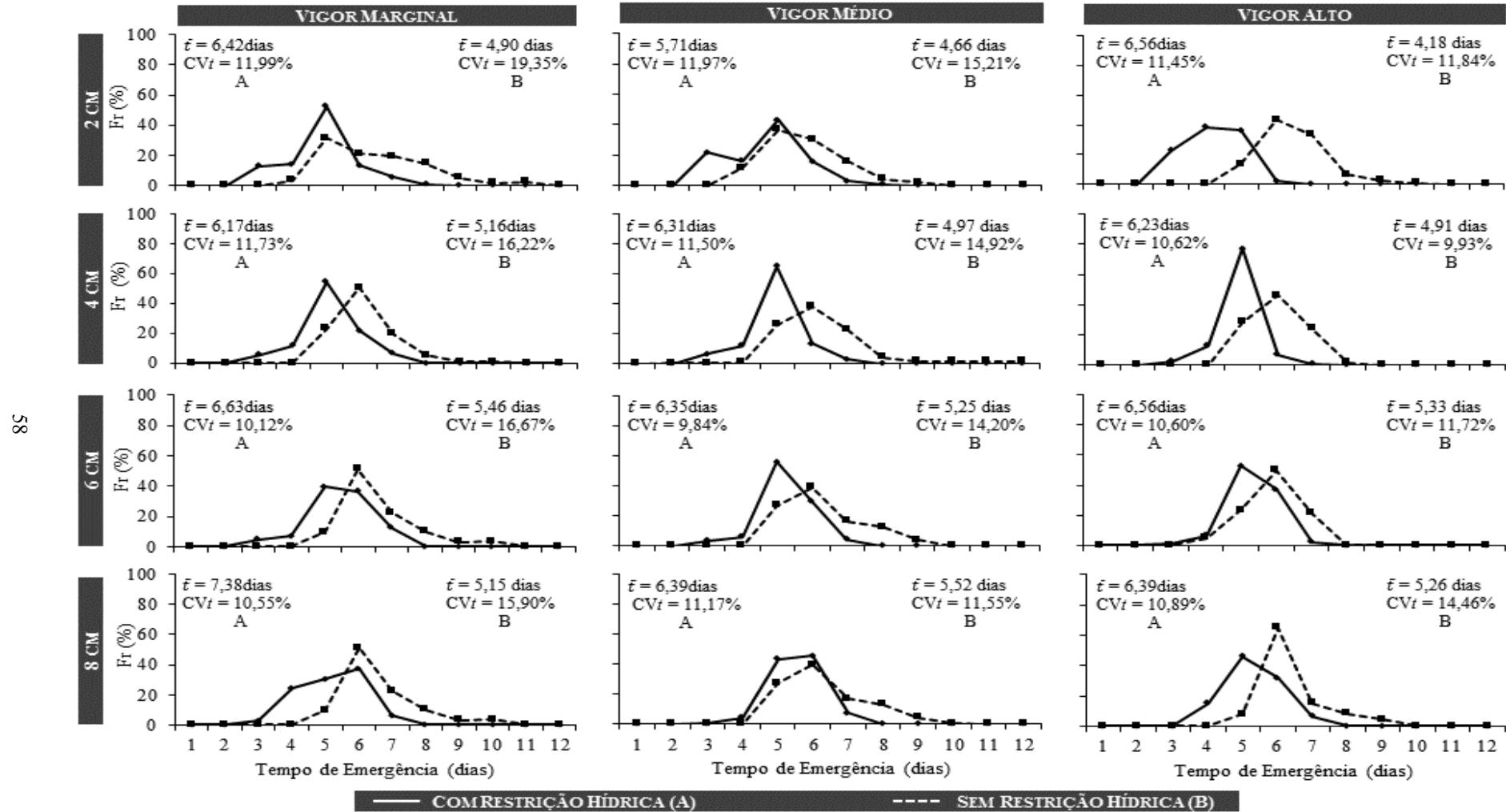


FIGURA 15 - Frequência relativa da emergência de plântulas de milho nos experimentos com sementes de milho de diferentes níveis de vigor semeadas em canteiros com solo de textura média, em ambientes sem e com restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.

diferenças quanto ao número, posição e frequência das modas, nas diversas condições de semeadura.

Na análise do ambiente sem restrição hídrica, no solo de textura muito argilosa (Figura 14), observa-se que para cada nível de vigor dos lotes, em cada profundidade de semeadura, o comportamento dos mesmos foi heterogêneo, indicando desuniformidade do processo de emergência, seja em função da qualidade do lote, seja em função da profundidade de semeadura. Para os lotes de vigor marginal e médio, o aumento da profundidade de semeadura retardou o início da emergência das plântulas (de 3 para 4 dias), enquanto o de vigor alto, à 6 cm, que manteve o tempo inicial à partir do 3º dia de semeadura.

Pelos polígonos de frequência relativa, observando o lote de vigor marginal, Figura 14, sem restrição hídrica, nota-se que apesar da maior taxa de emergência ter ocorrido a 2 cm (91%), o processo perdurou por 9 dias, se comparado com a semeadura a 4 cm, em que o mesmo ocorreu num intervalo total de 6 dias. Essa diferença pode ser devida às variações ambientais que podem afetar as sementes em semeaduras mais rasas, alterando o equilíbrio físico na superfície de contato solo-semente. O mesmo pode ser observado para o vigor alto, se comparadas as semeaduras a 2 e a 4 cm. Nesse ambiente, a tendência de deslocamento do tempo médio para a direita da moda, em todas as profundidades de semeadura, indica que a heterogeneidade da taxa de emergência foi devida a um pequeno grupo de sementes que germinaram e emergiram lentamente. Esses resultados estão de acordo com Alves et al. (2009), que observaram heterogeneidade na taxa de germinação de sementes de pitomba (*Talisia esculenta*).

No ambiente com restrição deste mesmo solo (Figura 14), da mesma forma que no ambiente sem restrição hídrica, houve retardo no tempo inicial com o aumento da profundidade de deposição das sementes para todos os níveis de vigor, com exceção das sementes de vigor marginal. Observa-se ainda que o CV_t apresentou maior variação em todos os tratamentos (Tabela 12). Nesse ambiente, a emergência foi mais assíncrona e o processo de emergência tornou-se mais desuniforme com o aumento da profundidade de semeadura dentro de cada nível de vigor dos lotes. Nota-se que nessa condição de estresse, os lotes de vigor marginal e médio quando semeados a 2 cm tenderam a distribuição polimodal, característica de emergência não esperada para uma cultura como o milho, que apresenta uma base genética melhorada para desempenhar um processo com maior sincronia. Nas outras profundidades, ora ocorreu deslocamento do tempo médio para a esquerda da moda principal, ora para a direita, indicando a

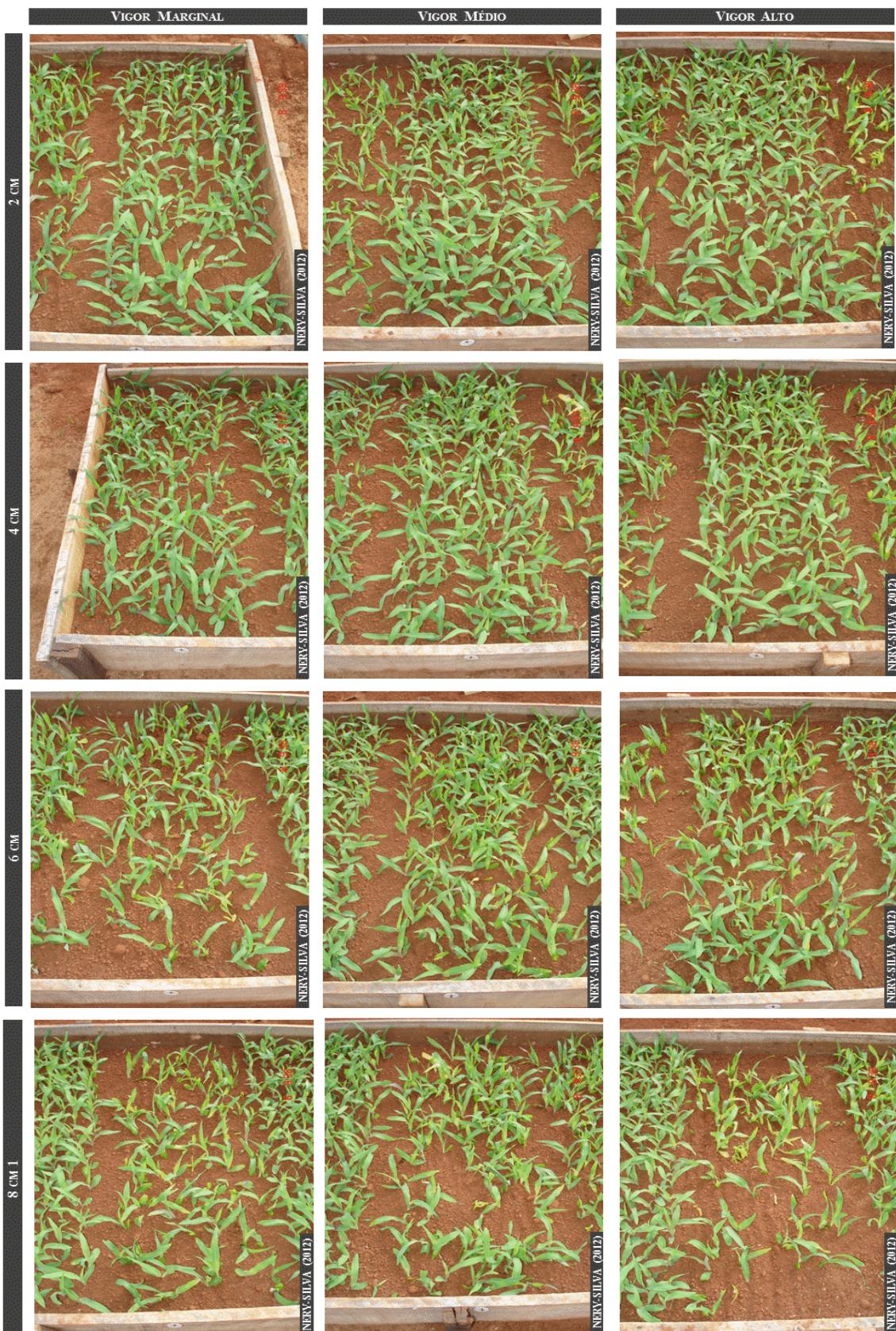


FIGURA 16 - Desempenho geral das plântulas obtidas à partir de lotes de sementes de milho com vigor marginal, vigor médio e vigor alto, semeadas a diferentes profundidades no teste de emergência de plântulas em canteiro com solo de textura muito argilosa, sem restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.



FIGURA 17 - Desempenho geral das plântulas obtidas à partir de lotes de sementes de milho com vigor marginal, vigor médio e vigor alto, semeadas a diferentes profundidades no teste de emergência de plântulas em canteiro com solo de textura média, sem restrição hídrica. Uberlândia-MG, 2012.

ocorrência de um processo assíncrono.

Nas Figuras 16 e 17, são apresentados os estandes finais da emergência de plântulas de milho, nos solos de textura muito argilosa e média, respectivamente, e ambos no ambiente sem restrição hídrica. Nota-se que o estande final de plântulas foi influenciado pelas condições de semeadura, como já discutido nas Tabelas 12 e 15. A qualidade dos lotes utilizados, nível de vigor, indicou respostas diferenciadas no processo de emergência à medida que ocorreram modificações no leito de semeadura.

No solo de textura média, sem restrição hídrica (Figura 15), o processo de emergência apresentou maior uniformidade (Tabela 16). Na profundidade de 8 cm, ocorreu retardo no tempo inicial para a emergência. Ao analisar o deslocamento do tempo médio em relação à moda principal, nota-se que em todas as profundidades e níveis de vigor, a tendência foi o deslocamento para a direita, indicando que poucas sementes emergiram e lentamente. Analisando o ambiente com restrição hídrica, nota-se desuniformidade na emergência das plântulas em todos os tratamentos analisados, o que pode ser confirmado pelos deslocamentos do tempo médio em torno da moda principal.

Por meio da frequência relativa, pode-se observar se ao longo de tempo as sementes germinam até atingirem um valor máximo e depois declinam, ou se a germinação atinge um máximo, declina e volta a crescer (SANTANA; RANAL, 2004). De forma geral, nesse trabalho (Figuras 14 e 15), os polígonos de frequência relativa apresentaram distribuição unimodal, com ocorrência de valores máximos de emergência, seguidos por declínio, mas o efeito das diferentes condições de semeadura impostas às sementes foi importante para determinar os diferentes comportamentos observados nos gráficos de frequência relativa.

5 CONCLUSÕES

1. A semeadura em canteiros, com variações na textura do solo, profundidade de semeadura e regime hídrico, influenciam na performance das sementes de milho de forma distinta em função do nível de vigor.
2. As interações entre os fatores estudados e os níveis de vigor são provas conclusivas de que a utilização do teste de emergência em campo está equivocada para validação de testes de vigor em laboratório.
3. Medidas de emergência de plântulas em campo pouco usuais como tempo médio de emergência, coeficiente de variação do tempo, velocidade média, incerteza, sincronia, índice de emergência a campo e frequência relativa são importantes ferramentas para descrever o processo da emergência de plântulas de milho.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, K.G.; MILLER, M.H. The effect of soil aggregate size on early growth and shoot–root ratio of maize (*Zea mays* L.). **Plant and Soil**, Amsterdã, v.138, n.2, p.189–194, 1991.
- ALVES, E.U.; SILVA, K.B.; GONÇALVES, E.P.; CARDOSO, E.A.; ALVES, A.U. Germinação e vigor de sementes de *Talisia esculenta* (St. Hil) Radlk em função de diferentes períodos de fermentação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina. v.30, n.4, p.761-770, out./dez., 2009.
- ANDREOLI, C.; ANDRADE, R.V.; ZAMORA, S.A.; GORDON, M. Influência da germinação da semente e da densidade de semeadura no estabelecimento do estande e na produtividade de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.2, p.1-5, 2002.
- AWAL, M.A.; IKEDA, T. Effects of changes in soil temperature on seedling emergence and phenological development in field-grown stands of peanut (*Arachis hypogaea*). **Environmental and Experimental Botany**, New York, v.47, n.2, p. 101-113, Mar. 2002.
- BILIA, D.A.C.; FANCELLI, A.L.; MARCOS FILHO, J. Comportamento de sementes de milho híbrido durante o armazenamento sob condições variáveis de temperatura e umidade. **Scentia Agrícola**, Piracicaba, v.51, n.1, p.153-157, jan./abr. 1994.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.
- BRAUNACK, M.V. Effect of aggregate size and soil water content on emergence of soybean (*Glycine max* L. Merr.) and maize (*Zea mays* L.). **Soil and Tillage Research**, v.33, n.3/4, p.149–161, Mar. 1995.
- BURRIS, J.S. Seed: seedling vigor and field performance. **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v.1, n.2, p.58-74, 1976.
- CICERO, C.M.; SILVA, W.R. Danos mecânicos associados a patógenos e desempenho de sementes de milho. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p.305-314, 2003.
- CORTEZ, J.W.; ALVES, P.J.; FURLAN, C.E.A.; GROTTA, D.C.C.; SILVA, R.P. Profundidade de semeadura do milho e cargas aplicadas na roda compactadora da semeadora. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.2, n.2, p.156-160, abr/jun. 2007.
- CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; ALVARENGA, R.C.; GONTIJO NETO, M.M.; VIANA, J.H.M.; OLIVEIRA, M.F.; MATRANGOLO, W.J.R.; ALBUQUERQUE FILHO, M.R. **Sistema de Produção: Cultivo do Milho**, Brasília, set./2011. Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em:<http://www.cnpmms.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/manejomilho.htm>, Acesso em 07 abr. 2012.

DIAS, M.A.N.; MONDO, V.H.V.; CICERO, S. Vigor de sementes de milho associado à mato-competição. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, n.2, p.93-101, jun. 2010.

DURAES, F.O.M.; CHAMMA, H.C.P.; COSTA, J.D.; MAGALHÃES, P.C.; BORBA, C.S. Índices de vigor de sementes de milho (*Zea mays L.*): associação com emergência em campo, crescimento e rendimento de grãos. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina. v.16, n.1, p.13-18. 1994.

EGLI, D.B.; TEKRONY, D.M. Seedbed conditions and prediction of field emergence of soybean seed. **Journal of Production Agriculture**, Madson, v.9, n.2, p.365-370. 1996.

EGLI, D.B.; TEKRONY, D.M. Soybean seed germination, vigor and field emergence. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.23, n.3, p.595-607. 1995.

FABRIZZI, K.P.; GARCÍA, F.O.; COSTA, J.L.; PICONE, L.I. Soil water dynamics, physical properties and corn and wheat responses to minimum and no-tillage systems in the southern Pampas of Argentina. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.81, n.1, p.57-69, Mar. 2005.

FERREIRA, R.L.; DE SA, M.E. Contribuição de etapas do beneficiamento na qualidade fisiológica de sementes de dois híbridos de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, n.4, p.99-110. 2010.

FESSEHAZION, M.K. **Predicting and improving seedling emergence of three vegetable crops**. 129 f. Dissertação (Mestrado em) - Faculty of Natural and Agriculture Science University of Pretoria, South Africa, 2005.

FESSEL, S.A.; SADEN, R.; PAULA, R.C.; GALLI, J.A. Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho durante o beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas. v.25, n.2, p.70-76. 2003.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da Cultura do Milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 574 p.

FREITAS, R.A; DIAS, D.C.F.S.; REIS, M.S.; CECON, P.R. Correlação entre testes para avaliação da qualidade de sementes de algodão e a emergência das plântulas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina. v.22, n.1, p.97-103. 2000.

GALLARDO-CARRERA, A.; LEONARD, J.; DUVAL, Y.; DÜRR, C. Effects of seedbed structure and water content at sowing on the development of soil surface crusting under rainfall. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.95, n.1/2, p.207-217, Sep.2007.

GAN, Y.; STOBE, E.H.; MOES, J. Relative date of wheat seedling emergence and its impact on grain yield. **Crop Science**, Madson, v.32, n.5, p.1275-1281, Sept. 1992.

HARDEGREE, S.; VAN VACTOR, S. Germination and emergence of primed grass seeds under field and simulated-field temperature regimes. **Annals of Botany**, London, v.85, n.3, p.379-390, Mar. 2000.

HÖFS, A.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.1,p.92-97. 2004.

JOHNSON, R.R.; WAX, L.M. Stand establishment and yield of corn as affected by herbicides and seed vigor. **Agronomy Journal**, Madson, v.73, n.5, p.859-863, Sept. 1981.

KOLASINSKA, K.; SZYRMER, J.; DUL, S. Relationship between laboratory seed quality tests and field emergence of common bean seed. **Crop Science**, Madson. v.40, n.2 , p.470-475. 2000.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.12, n.2, p.163-166, abr./jun. 2006.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 173p.

LABOURIAU, L.G. On the physiology of seed germination in *Vicia graminea* I. **Anais Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.42, n.2, p. 235-262. 1970.

LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.B. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.48, n.2, p.263-284.1976.

LINDSTROM, W.D.; PAPENDICK, R.I.; KOEHLER, F.E. A model to predict winter wheat emergence as affected by soil temperature, water potential, and depth of planting. **Agronomy Journal**, Madson, v.68, n.1, p.137-140, Jan.1976.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, Jan. 1962.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D. FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.3.1-3.24.

MARCOS FILHO, J.; PESCARIN, H.M.C.; KOMATSU, Y.H.; DEMETRIO, C.G.B.; FANCELLI, A.L. Testes para avaliação do vigor de sementes de soja e suas relações com a emergência das plântulas em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.5, p. 605-613, maio. 1984.

MATHEWS, S.; KHAJEH-HOSSEINI, M. Mean germination time as an indicator of emergence performance in soil of seed lots of maize (*Zea mays*). **Seed Science and Technology**, Zurich, v.34, n.2,p.339-347, Jul.2006.

MONDO, V.H.V.; CICERO, S.M.; DOURADO-NETO, D.; PUPIM, T.L.; DIAS, M.A.N. Vigor de sementes e desempenho de plantas de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasilia, v.34, n.1, p.143-155. 2012.

MURUNGU, F.S.; NYAMUGAFATA, P.; CHIDUZA, C.; CLARK, L.J.; WHALLEY, W.R. Effects of seed priming, aggregate size and soil matric potential on emergence of cotton (*Gossypium hirsutum*L.) and maize (*Zea mays* L.). **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.74, n.2, p.161–168, Dec. 2003.

NARS, H.M.; SELLES, F. Seedling emergence as influenced by aggregate size, bulk density, and penetration resistance of the seedbed. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.34, n. 1, p.61-76, Apr. 1995.

ORTOLANI, A.F.; BANZATO, D.A.; BORTOLI, N.M. Influência da profundidade de semeadura e da compactação do solo na emergência e desenvolvimento do sorgo granífero. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20. 1986, São Paulo. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1986. p. 21.

PESKE, S.T.; PESKE, F.B. Absorção de água sob estresse. **Seed News**: Pelotas, v. 15, n.3, p.22-27, mai/jun. 2011.

PIANA, Z.; SILVA, W.R. Respostas de sementes de milho, com diferentes níveis de vigor, à disponibilidade hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 9, p. 1525-31, set.1998.

PRADO, R.M.; TORRES, J.L.; ROQUE, C.G.; COAN, O. Semente de milho sob compressão do solo e profundidades de semeadura: Influência no índice de velocidade de emergência. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 45-53. 2001.

RANAL, M.A.; SANTANA, D.G. How and why to measure the germination process? **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.29, n. 1, p. 1-11, jan./mar. 2006.

REZENDE, M.P.; MACHADO, J.C.; GRIS, C.F.; GOMES, L.L.; BOTREL, E.P. Efeito da semeadura a seco e tratamento de sementes na emergência, rendimento de grãos e outras características da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n. 1, p. 76-83, jan./fev. 2003.

RICKMAN, R.W.; LETEY, J.; STOLZY, L.H. Soil compaction effects on oxygen diffusion rates and plant growth. **California Agriculture**, Richimond, v. 19, n. 3, p. 4-6, Mar. 1965.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. Como a planta de milho se desenvolve. **Informações Agronômicas**, Piracicaba. n. 103, 20 p., set. 2003.

SANTANA, D.G.; RANAL, M.A. **Análise da germinação**: um enfoque estatístico. Brasília: Ed. UnB, 2004. 248p.

SCHUAB, S.R.P.; BRACCINI, A.L.; FRANÇA NETO, J.B.; SCAPIM, C.A.; MESCHEDE, D.K. Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a

emergência das plântulas em campo. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá. v.28, n.4, p.553-561, out./dez. 2006.

SCHUCH, L.O.B.; KOLCHINSKI, E.M.; FINATTO, J.A. Qualidade fisiológica da semente e desempenho de plantas isoladas em soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.31, n.1, p.144-149, jan/abr. 2009.

SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N. de; MAIA, M.S. Crescimento em laboratório de plântulas de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.229-234. 1999.

SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N.; MAIA, M.S. Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia preta. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.305-312, abr./jun. 2000.

SILESHI, G.W. A critique of current trends in the statical analysis of seed germination and viability data. **Seed Science Research**, Wallingford, 2012. Disponível em:<[doi:10.1017/S0960258512000025](https://doi.org/10.1017/S0960258512000025)>CJO, 2012. Acesso em: 25 de abril de 2012.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B.; WICKHAM, D.A. Corn seed vigor effect on no-tillage field performance: II. Plant growth and grain yield. **Crop Science**, Madson, v.29, n.6, p.1528-1531, Nov. 1989.

TEKRONY, D.M.; EGLI; D.B. Relationship between laboratory indices of soybean seed vigor and field emergence. **Crop Science**, Madson, v.17, n.4, p.573-577, Jul. 1977.

TOLEDO, F.F; NOVEMBRE, A.D.L.C.; PESCARIN-CHAMMA, H.M.C.; MASCHIETTO, R.W. Vigor de sementes de milho (*Zea mays*L.) avaliado pela precocidade de emissão da raiz primária. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.1, p. 191-196, jan./mar. 1999.

TORRES, R.M.; VIEIRA, R.D.; PANOBIANCO, M. Accelerated aging and seedling field emergence in soybean. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, n.5, p.476-480, set./out. 2004.

TORRES, S.B. Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.55-59. 1998.

VIEIRA, R.D. **Teste de condutividade elétrica**. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.

VIEIRA, R.D.; NETO, A.S.; BITTENCOURT, S.R.M.; PANOBIANCO, M. Eletrical conductivity of the seed soaking solution and soybean seedling emergence. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.16,n.2, p.164-168, mar./abr. 2004.

WEAICH, K.; BRISTOW, K.L.; CASS, A. Preemergent shoot growth of maize under different drying. **Journal / Soil Science Society of American**, Madson, v.56, n.4, p.1272-1278, Jul. 1992.

WUEST, S.B. Water transport from soil to seed: the role of vapor transport. **Journal / Soil Science Society of American**, Madson, v.66, n.6, p.1760–1763, Nov. 2002.

WUEST, S.B., ALBRECHT, S.L.; SKIRVIN, K.W. Vapor transport vs. seed-soil contact in wheat germination. **Agronomy Journal**, Madson, v.91, n.5, p.783–787, Sept. 1999.

ZUCARELI, C; CAVARIANI, C.; SBRUSSI, C.A.G.; NAKAGAWA, J. Teste de deterioração controlada na avaliação do vigor de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.33, n.4, p.732-742. 2011.