

FRANCIÉLE OLIVO BERTAN

SISTEMA RODOVIÁRIO DE TRANSPORTE NA
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO

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

Coorientadora

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

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013

FRANCIÉLE OLIVO BERTAN

SISTEMA RODOVIÁRIO DE TRANSPORTE NA
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO

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 14 de maio de 2013

Prof ^a . Dr ^a . Carla Gomes Machado	UFG
Dr ^a . Raquel Alves de Freitas	EMBRAPA
Prof ^a . Dr ^a . Denise Garcia Santana	UFU
Prof ^a . Dr ^a . Flávia Andrea Nery Silva	UFU

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

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013

Ao meu marido, Ivandro, sempre dispondo de muito carinho e companheirismo e sempre tornando meus dias mais alegres.

À minha família, especialmente aos meus pais, Dorselides Olivo e Verônica Paludo Olivo, e ao meu irmão, Mateus Olivo, que sempre me apoiaram, me incentivaram e me deram muito carinho, mesmo estando longe.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por guiar e proteger meus caminhos durante toda a minha vida me dando saúde e muita garra para conquistar meus objetivos.

À Universidade Federal de Uberlândia (UFU), que abriu suas portas e me disponibilizou estrutura física e equipe de docentes e funcionários.

À empresa Syngenta, pela parceria concedida.

Ao professor doutor Carlos Machado dos Santos, pela orientação, disponibilidade, paciência e cujos ensinamentos transmitidos durante o curso levarei comigo por toda vida.

À coorientadora, Denise Garcia de Santana, que me orientou e ajudou na realização deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), que me concedeu bolsa de estudos.

Aos funcionários do laboratório de sementes, Adílio e Sara, pela ajuda e pelo apoio na realização dos trabalhos e por terem se tornados grandes amigos durante os quatro anos de convivência.

À professora Flávia Nery, que me recebeu tão bem quando cheguei à UFU, tornando-se uma amiga e companheira de trabalhos.

Aos estagiários do laboratório de sementes, cuja ajuda foi importante; em especial, a Dayene, Erisson, Marcela e Renata.

Aos amigos e colegas de curso, cujo convívio, alegre, foi sempre de grande aprendizado e troca de conhecimentos; especialmente, a Adelaide, Andressa, Carlos Manuel, Fernanda, João Paulo, Larissa e Vanderley.

Enfim, agradeço aos demais colegas, amigos e familiares, que de alguma forma contribuíram para a concretização deste estudo.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 A cultura do milho.....	3
2.2 O valor da semente.....	5
2.3 Logística e produção de sementes.....	7
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1 Instituições envolvidas	10
3.2 Experimentos, delineamento e tratamentos.....	10
3.3 Procedimentos.....	11
3.4 Amostragem.....	12
3.5 Avaliações.....	13
3.5.1 Teste de germinação.....	13
3.5.2 Teste de frio modificado (TFM).....	14
3.5.3 Emergência em areia.....	15
3.6 Procedimentos estatísticos.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1 Transporte de sementes em caminhão baú.....	21
4.2 Transporte de sementes em caminhão graneleiro enlonado.....	26
4.3 Análises conjuntas.....	31
4.3.1 Comparação de posições das sementes no palete durante o transporte em caminhão baú.....	31
4.3.2 Comparação de posições das sementes no palete durante o transporte em caminhão graneleiro enlonado.....	36
4.3.3 Comparação de tipos de transporte com as sementes na posição inferior do palete.....	42
4.3.4 Comparação de tipos de transporte com as sementes na posição superior do palete.....	45

4.4	Frequência relativa da emergência.....	48
4.5	Análise da homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos	51
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
6	CONCLUSÕES.....	54
7	REFERÊNCIAS.....	55
	APÊNDICE A.....	60
	APÊNDICE B.....	64

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Croqui da distribuição dos paletes na carroceria dos caminhões com carga completa e posicionamento dos experimentos/caminhão (superior e inferior), blocos (I, II, III, IV e V), parcelas (H1, H2 e H3) e das subparcelas (0, 24, 48, 72, 96 e 120 horas) — Uberlândia, MG, 2013.....	10
FIGURA 2 – Posicionamento dos caminhões baú (A) e graneleiro enlonado (B) estacionados no sentido norte–sul no pátio da UBS da Syngenta em Ituiutaba, MG — Uberlândia, MG, 2013 (houve sobreposição de grafismo e letras para indicação visual).....	11
FIGURA 3 – Termo higrômetro utilizado para monitorar a temperatura e umidade relativa do ar, no interior das cargas nos caminhões — Uberlândia, MG, 2013.....	12
FIGURA 4 – Amostragem (A e B) homogeneização (C) e acondicionamento das amostras (D) — Uberlândia, MG, 2013 (houve sobreposição de grafismo e letras para indicação visual).....	13
FIGURA 5 – Detalhe da montagem do teste de germinação, contagem das sementes (A), semeadura em substrato de papel (B) e rolos no germinador (C) — Uberlândia, MG, 2013 (houve sobreposição de grafismo e letras para indicação visual).....	14
FIGURA 6 – Detalhe da montagem do teste de vigor, preparo das bandejas (A), semeadura (B), bandejas colocadas no gabinete (C) e as plântulas no momento da avaliação (D) — houve sobreposição de grafismo e letras para indicação visual.....	15
FIGURA 7 – Distribuição das subparcelas no canteiro (A, B e C) e critério adotado para o início da contagem das plântulas (D) — Uberlândia, MG, 2013 (houve sobreposição de grafismo e letras para indicação visual).....	16
FIGURA 8 – Comportamento da germinação, emergência, vigor, índice de velocidade de emergência, tempo final, tempo médio de emergência e coeficiente de variação do tempo das sementes em função do período de permanência durante o transporte na posição superior do paleta em caminhão graneleiro enlonado — Uberlândia, MG, 2013	29
FIGURA 9 – Comportamento do vigor em porcentagem das sementes em função do período de permanência durante o transporte na parte inferior do paleta em caminhão graneleiro — Uberlândia, MG, 2013.....	30
FIGURA 10 – Comportamento da germinação e do vigor (teste de frio modificado) em função dos períodos de permanência durante o transporte e as oscilações de temperatura no interior do caminhão baú e no ambiente externo — Uberlândia, MG, 2013.....	35
FIGURA 11 – Comportamento da germinação e do vigor (teste de frio modificado) em função dos períodos de permanência durante o transporte e as oscilações de temperatura no interior do caminhão graneleiro enlonado e no ambiente externo — Uberlândia, MG, 2013.....	40
FIGURA 12 – Temperaturas mínima, máxima, umidade relativa do ar e precipitação coletadas no período de condução do teste de emergência em areia de cada bloco — Uberlândia, MG, 2013...	50

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –	Esquema da análise de variância individual para avaliar o comportamento de sementes de três híbridos de milho submetidas a diferentes períodos de permanência durante o transporte — Uberlândia, MG, 2013.....	19
TABELA 2 –	Esquema da análise de variância conjunta para pesquisar o comportamento de sementes durante o transporte em caminhões baú e graneleiro enlonado em cada posição do palete — Uberlândia, MG, 2013.....	20
TABELA 3 –	Esquema da análise de variância conjunta para pesquisar o comportamento durante o transporte de sementes colocadas nas posições inferior e superior do palete em cada tipo de transporte — Uberlândia, 2013.....	20
TABELA 4 –	Resumo das análises de variância dos dados de germinação, teste de frio modificado (TFM), emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), tempo inicial, final e médio, coeficiente de variação do tempo (CVt), sincronia e incerteza, obtidos nos experimentos envolvendo sementes de três híbridos de milho submetidas a diferentes períodos de permanência em duas posições do palete durante o transporte em caminhão baú — Uberlândia, MG, 2013.....	22
TABELA 5 –	Médias dos dados de germinação, teste de frio modificado (TFM), emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), tempo inicial, final e médio (horas), coeficiente de variação do tempo (CVt), sincronia e incerteza obtidos no experimentos envolvendo sementes de três híbridos de milho submetidas a diferentes períodos de permanência em duas posições do palete durante o transporte em caminhão baú — Uberlândia, MG, 2013	23
TABELA 6 –	Comportamento do vigor avaliado pelo teste das sementes de milho em função dos diferentes períodos de permanência na parte superior do palete durante o transporte em caminhão baú — Uberlândia, MG, 2013.....	25
TABELA 7 –	Médias dos dados do coeficiente de variação do tempo (CVt) durante a emergência de sementes de três híbridos de milho em função do período de permanência durante o transporte na posição inferior do palete em caminhão baú — Uberlândia, MG, 2013.....	25
TABELA 8 –	Resumo das análises de variância dos dados de germinação, teste de frio modificado (TFM), emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), tempo inicial, final e médio, coeficiente de variação do tempo (CVt), sincronia e incerteza obtidos nos experimentos com sementes de três híbridos de milho submetidas a diferentes períodos de permanência em duas posições do palete durante o transporte em caminhão graneleiro enlonado — Uberlândia, MG, 2013.....	27

TABELA 9 – Dados de germinação, teste de frio modificado (TFM) emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), tempo inicial, final e médio (horas), coeficiente de variação do tempo (CVt), sincronia e incerteza obtidos no experimentos com sementes de três híbridos de milho submetidas a períodos distintos de permanência em duas posições no palete durante o transporte em caminhão graneleiro enlonado — Uberlândia, MG, 2013.....	28
TABELA 10 – Médias dos dados do tempo médio de emergência envolvendo sementes de três híbridos de milho submetidas a períodos de permanência durante o transporte na posição inferior do palete em caminhão graneleiro enlonado — Uberlândia, MG, 2013.....	31
TABELA 11 – Resumo das análises de variância conjunta dos dados de germinação, teste de frio modificado (TFM), emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), tempo inicial e final, coeficiente de variação do tempo (CVt), sincronia e incerteza obtidos nos experimentos com sementes de híbridos de milho conduzidas nas posições superior e inferior do palete e submetidas a períodos de permanência durante o transporte em caminhão baú — Uberlândia, MG, 2013.....	32
TABELA 12 – Coeficiente de variação do tempo (CVt) obtido nos experimentos conduzidos nas posições superior e inferior do palete para avaliar alterações na qualidade das sementes de três híbridos de milho submetidas a diferentes períodos de permanência durante o transporte em caminhão baú — Uberlândia, MG, 2013.....	33
TABELA 13 – Médias dos dados de germinação, teste de frio modificado (TFM), emergência, índice de velocidade de emergência (IVE) tempo inicial e final de emergência, sincronia e incerteza obtidos nos experimentos conduzidos nas posições superior e inferior do palete durante o transporte em caminhão baú — Uberlândia, MG, 2013.....	34
TABELA 14 – Resumo das análises de variância dos dados de germinação, teste de frio modificado (TFM), emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), tempo inicial, final e médio, coeficiente de variação do tempo (CVt), sincronia e incerteza, obtidos nos experimentos com sementes de híbridos de milho, conduzidos nas posições superior e inferior do palete, e submetidas a períodos de permanência, durante o transporte em caminhão graneleiro — Uberlândia, MG, 2013.....	37
TABELA 15 – Médias dos dados de germinação, teste de frio modificado, emergência, índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência e coeficiente de variação do tempo, obtidos nos experimentos conduzidos nas posições superior versus inferior do palete para avaliar as alterações na qualidade das sementes de três híbridos de milho submetidas a diferentes períodos de permanência, durante o transporte em caminhão graneleiro enlonado — Uberlândia, MG, 2012.....	38

TABELA 16 –	Médias dos dados do tempo inicial de emergência, sincronia e incerteza obtido nos experimentos conduzidos nas posições superior e inferior do palete, durante o transporte em caminhão graneleiro enlonado — Uberlândia, MG, 2013.....	41
TABELA 17 –	Resumo das análises de variância conjunta dos dados de germinação, teste de frio modificado (TFM), emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), tempo inicial, final e médio, coeficiente de variação do tempo (CVt), sincronia e incerteza obtidos nos experimentos conduzidos em caminhão baú e graneleiro enlonado com sementes de híbridos de milho submetidas a diferentes períodos de permanência durante o transporte na posição inferior do palete — Uberlândia, MG, 2013	43
TABELA 18 –	Médias dos dados de tempo inicial de emergência e coeficiente de variação do tempo obtidos nos experimentos conduzidos na posição inferior do palete em caminhões baú e graneleiro enlonado visando avaliar as alterações na qualidade de sementes de três híbridos de milho submetidas a diferentes períodos de permanência durante o transporte — Uberlândia, MG, 2013.....	44
TABELA 19 –	Médias dos dados de germinação, teste de frio modificado (TFM), emergência, índice de velocidade de emergência, tempo final e médio de emergência, sincronia e incerteza obtidos nos experimentos conduzidos nas posições inferior do palete durante o transporte em caminhão baú e graneleiro — Uberlândia, MG, 2013.....	44
TABELA 20 –	Resumo das análises de variância conjunta dos dados de germinação, teste de frio modificado (TFM), emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), tempo inicial, final e médio, coeficiente de variação do tempo (CVt), sincronia e incerteza obtidos nos experimentos com sementes híbridas de milho submetidas a períodos de permanência durante o transporte e conduzidos na posição superior do palete em caminhão baú e graneleiro enlonado — Uberlândia, MG, 2013.....	46
TABELA 21 –	Médias dos dados de germinação, teste de frio modificado (TFM), emergência, índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência e coeficiente de variação do tempo obtidos nos experimentos conduzidos em caminhão baú e graneleiro para avaliar alterações na qualidade de três híbridos de milho submetidos a diferentes períodos de permanência durante o transporte na posição superior do palete — Uberlândia, MG, 2013	47
TABELA 22 –	Médias dos dados de tempo inicial e final de emergência, sincronia e incerteza obtidos nos experimentos conduzidos nas posições superior do palete durante o transporte em caminhão baú e graneleiro — Uberlândia, MG, 2013.....	48

RESUMO

OLIVO-BERTAN, FRANCIÉLE. **Sistema rodoviário de transporte na qualidade fisiológica de sementes de milho.** 2013. 88f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) — Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.¹

A demanda por sementes de milho híbrido de alta qualidade aumenta a cada ano. Para supri-la, as empresas produtoras estão adotando técnicas específicas nas etapas do processo produtivo: desde os campos de produção até a semeadura nos campos. Nesse processo, as formas de transporte merecem atenção especial porque a temperatura e a umidade no trajeto entre longas distâncias podem reduzir significativamente o vigor e a viabilidade das sementes. Nesse sentido, este estudo objetivou avaliar a interferência que dois tipos de transporte (em caminhões baú e graneleiro enlonado) e o período de permanência no transporte até o destino final sobre a germinação e o vigor de sementes milho híbrido. A pesquisa se alinhou a uma parceria entre Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia (Uberlândia, MG) e a Syngenta Seeds; e consistiu de quatro experimentos, constituídos pelas combinações dos dois tipos de transporte e duas posições das sementes no palete — inferior e superior. Os tratamentos em cada experimento foram distribuídos em parcelas subdivididas. Foram realizados testes de germinação, vigor (teste de frio modificado) e emergência em areia — a cada a 12 horas da emergência, foram feitas leituras. Os dados permitiram calcular estas variáveis: emergência, índice de velocidade de emergência, tempo inicial, tempo final, tempo médio, coeficiente de variação do tempo, sincronia, incerteza e frequência relativa. Os dados relativos a cada posição das sementes no palete foram comparados individualmente; enquanto os efeitos da posição das sementes no palete e os tipos de transporte foram analisados comparativamente pela análise conjunta. Concluiu-se que: o transporte em caminhão graneleiro enlonado prejudica mais a manutenção da qualidade das sementes de milho do que em caminhão baú; a germinação e o vigor de sementes de milho na posição superior do palete em caminhão graneleiro enlonado diminuíram; períodos acima de 96 horas comprometem a qualidade das sementes, sobretudo quando transportadas em caminhão graneleiro enlonado; o tipo de híbrido influencia o potencial de germinação e vigor das sementes durante o transporte das sementes; diferenças pequenas entre percentuais de germinação, ainda que significativas, refletem a proximidade desses valores entre as repetições e, portanto, a baixa variabilidade do processo.

Palavras-chave: *Zea mays*, vigor, palete, logística, híbrido

¹ Comitê de orientação: Carlos Machado dos Santos – UFU, orientador; Denise Garcia de Santana – UFU, coorientadora.

ABSTRACT

OLIVO-BERTAN, FRANCIÉLE. **Road transportation system in the physiological quality of maize seed.** 2013. 88p. Thesis (Doctorate in Agronomy) — at Instituto de Ciências Agrárias of Federal University of Uberlândia.¹

Demand for hybrid maize seed quality is increasing every year, and to meet it seed companies are adopting specific techniques in all phases of production — from production fields to seed sowing fields. Among them, especial attention should be paid to forms of transporting seeds, since the effect of temperature and humidity in transportation over long distances may reduce seed vigor and viability significantly. This study aimed at evaluating the influence that both seed transporting in box truck and bulk-tarped truck and the period spent in transportation until the final destination may have over germination and vigor of hybrid corn seeds. This research was carried on partnership basis between Instituto de Ciências Agrárias and Syngenta Seeds Ltd. It encompasses four experiments consisting of combinations of both two types of transportation (in box truck and bulk-tarped truck) and two seed positions on the pallet (upper and lower). Each experiment's treatments were divided into parcels and tests were performed to evaluate seed germination and vigor, besides plant emergence in sand (readings of emergence rates took place at each 12-hour spin). These data allowed calculating the following variables: emergence, emergence rate index, initial time, final time, average time, time variation coefficient, sync, uncertainty, and relative frequency. Each seed position on the pallet had its data compared individually; and conjoint analysis was considered to analyze comparatively the effect resulting from seed position on the pallet and from transport types. Conclusions point out that transportation in bulk-tarped truck may be more harmful to corn seeds' quality than in box truck; that seed germination and vigor reduced when seeds transported were placed at the top of pallet in bulk-tarped trucks; periods of time above 96 hours of transportation, especially in bulk-tarped trucks, affects seed quality; seeds germination and vigor are influenced by hybrid type during transportation; small differences in seed germination rates, however significantly, reflect the proximity of these values among replications and, thus, this process's low variability .

Keywords: *Zea mays*, vigor, pallet, logistics, hybrid

¹ Advising committee: Carlos Machado dos Santos, advisor — UFU; Denise Garcia de Santana, UFU.

1 INTRODUÇÃO

A demanda por sementes de milho híbrido de alta qualidade aumenta a cada ano. Para supri-la, as empresas produtoras estão adotando técnicas específicas, aplicadas desde os campos de produção até a semeadura. Uma etapa central no processo de produção é o armazenamento: se não houver cuidado, o investimento em pesquisa e técnicas culturais nas fases anteriores se perderá. Na etapa de armazenagem, as sementes já estão em processo de deterioração, que pode ser minimizada mediante técnicas de controle de temperatura e umidade, fatores que influenciam mais nesse processo.

Durante a sua produção, as sementes passam por diferentes etapas de armazenamento, inicialmente pode-se dizer que a semente é armazenada na própria planta mãe, período este, que ocorre entre o momento que as sementes atingem a maturidade fisiológica, quando ela se desliga da planta mãe, até a sua colheita. A segunda etapa ocorre durante o processo de beneficiamento e armazenamento propriamente dito e finalmente, uma terceira etapa ocorre entre o momento em que as sementes saem dos armazéns climatizados até serem semeadas.

Dentre essas etapas, as formas de transporte das sementes merecem atenção especial. Embora, muitas vezes, produtores e consumidores não o considerem, o transporte a longas distâncias está suscetível ao efeito da temperatura e da umidade, que pode reduzir significativamente o vigor e a viabilidade das sementes. Esse fator ganha mais importância no Brasil, dada sua dimensão territorial: como a maioria das regiões propícias à produção de sementes dista muito geograficamente das regiões produtoras de grãos, em geral as sementes viajam longas distâncias até o destino final.

Alterações nos atributos de qualidade das sementes em geral e principalmente em sementes de milho, durante o transporte não têm sido alvo de estudos, talvez pelo pré-julgamento de que esta etapa não ocasione perdas. Por exemplo, grande parte das empresas produtoras de sementes, se preocupa apenas em monitorar o transporte a curtas distâncias como do campo de produção até as unidades de beneficiamento, deixando a etapa de transporte dos armazéns até as regiões de demanda sem aporte que dê condições favoráveis a semente.

Existe uma carência de informações a respeito da qualidade das sementes após estas serem retiradas dos armazéns e até chegarem ao cliente final. Sendo assim,

empresas que atuam significativamente no mercado de sementes têm demonstrado preocupação com este tema, uma vez que, tomando conhecimento dos danos que podem ocorrer no transporte, medidas poderão ser adotadas para evitar a perda da qualidade das sementes.

Com base no exposto, objetivou-se avaliar a interferência dos tipos de transporte em caminhões baú e graneleiro enlonado e do período de permanência no transporte até o destino final, na germinação e vigor de sementes de milho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do milho

Considerado uma das culturas mais importantes e mais cultivadas no mundo, o milho pertence ao grupo das angiospermas, família das *Poaceae (gramineae)*, gênero *Zea*, espécie *Zea mays* (FANCELLI; LIMA, 1982), que, segundo Fornasieri Filho (2007), é a única cultivada — embora existam outras espécies do gênero. Também é tido como uma das culturas mais antigas do mundo: escavações arqueológicas e geológicas e medições por desintegração radioativa provam que o milho é cultivado há, pelo menos, cinco mil anos. Há indicações de que se originou no México, na América Central ou no Sudoeste dos Estados Unidos; após o descobrimento da América, teria sido levado para a Europa, onde foi cultivado em jardins, antes de seu valor alimentício ser conhecido e difundido. Depois disso, o milho passou a ser plantado em escala comercial e se espalhou desde a latitude de 58º norte (União Soviética) até 40º sul (Argentina) (GODOY, 2002).

Segundo Magalhães e Durães (2006), as regiões ideais para cultivar o milho devem ter precipitação que varie de 300 mm a 5.000 mm anuais, embora a quantidade de água consumida por uma lavoura em seu ciclo seja de quase 600 mm. A restrição hídrica provoca alguns mecanismos fisiológicos que podem interferir na produção final, dependendo do grau de estresse.

O milho é um dos produtos agrícolas que têm distribuição mundial mais ampla, na produção e no consumo. De aplicação ampla e diversificada na sociedade moderna, seu consumo como alimento animal absorve a maior parte da produção — nos Estados Unidos, 50% se destinam a esse fim; no Brasil, varia de 60% a 80%. A produção se destina ainda à indústria de alta tecnologia (DUARTE, 2000). Embora o grão não seja tão consumido como alimento humano, o consumo de seus derivados se projeta em regiões de baixa renda; em algumas, está na base alimentar diária; no Nordeste do Brasil, é fonte de energia para muitas pessoas que vivem no semiárido. Para a população mexicana, o milho está na base da dieta.

No Brasil, o milho é cultivado em todos os estados e em quase todas as propriedades agrícolas. Sua cultura tem experimentado mudanças tecnológicas importantes, cujo resultado se traduz em aumento significativo da produtividade e

produção. Das tecnologias adotadas, destacam-se sementes de cultivares melhoradas (variedades e híbridos), alterações no espaçamento e na densidade de semeadura de acordo com as características das cultivares, além de conscientização dos produtores da necessidade de melhorar a qualidade dos solos (FORNASIERI FILHO, 2007).

A produção de milho se divide em duas épocas de cultivo: a de verão, também chamada de primeira safra, que ocorre na época tradicional (semeadura entre agosto e novembro, durante o período chuvoso), e a de segunda safra, comumente denominada safrinha, que se refere ao milho de sequeiro (semeadura entre janeiro e abril).

O Brasil ocupa hoje a terceira posição na produção mundial de milho, com 72,9 milhões de toneladas na safra 2011/2012, das quais 33,9 milhões na primeira safra e 39,1 milhões na segunda (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO/CONAB, 2013). Os Estados Unidos são o maior produtor — com 313,9 milhões de toneladas — e a China, o segundo maior — com 197 milhões de toneladas (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE/USDA, 2013). A eficiência e o profissionalismo na agricultura do país evoluíram muito nos últimos anos, mas a média de produtividade está aquém do potencial que as cultivares melhoradas oferecem: a diferença de produtividade média das culturas em relação às melhores produtividades obtidas pelos que usam devidamente a tecnologia chega a 50%. Além disso, pode-se dizer que a média de produtividade de um estado que usa mais tecnologia e outro que usa menos tecnologia ultrapassa os 30%. Assim, é urgente uma campanha no país em prol do uso da tecnologia disponível e, assim, aumentar não só a produtividade média por área, mas a produção nacional (MIYAMOTO, 2006).

Segundo Peske e Levien (2005), a demanda de produção de sementes de culturas de importância comercial no Brasil tem mostrado ascendência graças, sobretudo, à implementação tecnológica (fatores como desenvolvimento de híbridos, tecnificação do produtor e outros, também contribuem). No entanto, segundo Andrade (1995), mesmo com potencial produtivo elevado dos genótipos existentes, o milho ainda apresenta sensibilidade acentuada a estresses de natureza biótica e, em especial, abiótica; por isso, requer cultivo rigorosamente planejado e criteriosamente manejado para fazer manifestar seu potencial.

Maximizar a produção exige, então, considerar não só fatores de proteção, mas também fatores tecnológicos de construção da produtividade: genótipo e fertilidade, correção, adubação e manejo do solo, espaçamento e densidade, disponibilidade

espacial e temporal de água e temperatura; sobretudo, a qualidade das sementes, que assume papel fundamental.

2.2 O valor da semente

Em geral, o valor da semente significa sua capacidade de originar uma planta, mas há outros significados que vão além, pois a semente pode ser vista como um “chip” que contém as inovações tecnológicas disponíveis. Quando um agricultor compra sementes, ele considera muito mais que a capacidade de germinar e emergir, pois está investindo em inovação e, com isso, em sustentabilidade. Assim, as sementes deixaram de servir de repositórios de herança de uma população para ser tornaram um sistema de entrega de uma propriedade na agricultura moderna, mecanizada, comercializada e geneticamente transformada.

A mudança mais revolucionária na agricultura nos últimos cem anos ou mais ocorreu no status da semente, que passou de *commodity* para propriedade intelectual. Quem trabalha para melhorar as sementes e quem as produz agora podem recuperar todos os custos e investimentos, obter lucro razoável da pesquisa e do desenvolvimento dos esforços operacionais e ter os incentivos, as oportunidades e os recursos necessários para suprir a demanda dos consumidores por qualidade e desempenho com as sementes que comercializam (DELOUCHE, 2005).

No Brasil, a produção de sementes de milho híbrido na safra 2010/11 chegou a 2,82 milhões de toneladas para uma demanda efetiva de 2,8 milhões de toneladas, considerando-se a taxa de uso de sementes fiscalizadas: 91%, segundo a Associação Brasileira de Sementes/ABRASEM (2013). Como a demanda aumenta a cada ano, as empresas investem cada vez mais em tecnologia, pois o sistema de produção objetiva, acima de tudo, obter sementes de alta qualidade para que as características superiores das cultivares obtidas via pesquisa sejam transferidas aos agricultores.

Nesse sentido, escolher a semente a ser usada é um dos primeiros passos para minimizar riscos no processo produtivo (SALGADO; XIMENES, 2013). Ela é insumo agrícola mais importante, pois leva ao campo características genéticas determinantes para o desempenho da cultivar (MARCOS FILHO, 2005). Atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários são a base do sucesso de uma lavoura tecnicamente bem instalada, porque podem garantir desempenho agronômico elevado (FRANÇA NETO et al., 2007). Pelo melhoramento genético, as sementes têm sido o componente-chave para

desenvolver a agricultura nos últimos 50 anos; as tecnologias surgidas nesse período aumentaram o rendimento dos agricultores, e isso ampliou o valor intrínseco das sementes.

Na cultura do milho, vários fatores determinam a produtividade, sobretudo aqueles inerentes ao plantio e à qualidade das sementes. Por exemplo, se o potencial fisiológico — representado pela germinação e pelo vigor — determina a capacidade da semente de produzir uma plântula normal, tal potencial pode ser comprometido no processo de produção por causa de fatores como genótipo, em que cultivares distintas da mesma espécie podem apresentar vigor e longevidade diferentes. Assim como adversidades no desenvolvimento das sementes (disponibilidade de água e de nutrientes, temperatura, ocorrência de doenças e insetos etc.) podem afetar o desempenho delas, os procedimentos adotados na colheita, no beneficiamento e no armazenamento influenciam significativamente o potencial fisiológico delas (ANDRADE; BORBA, 1993).

Na maturação das sementes, ocorrem transformações morfológicas, fisiológicas e funcionais que começam na fertilização do óvulo e terminam no acúmulo máximo de matéria seca (POPINIGIS, 1985). Esse estádio é definido como ponto de maturidade fisiológica e, genericamente, é tido como o momento em que as sementes se desligam da planta-mãe e apresentam seu potencial máximo de qualidade, indicado pelo maior peso de matéria seca, pela germinação e pelo vigor. Sementes de vigor baixo podem reduzir a porcentagem e velocidade de emergência de plântulas, o tamanho inicial, a produção de matéria seca, a área foliar e as taxas de crescimento das plantas (SCHUCH et al., 1999; SCHUCH et al., 2000; HÖFS, 2003; MELO et al., 2006). Assim, pode afetar o estabelecimento da cultura, seu desempenho ao longo do ciclo e a produtividade final.

Da maturidade fisiológica ao momento de semeadura, as sementes se sujeitam à perda de qualidade por eventuais mudanças bioquímicas e fisiológicas. Em muitos casos, a deterioração imperceptível na fase inicial se reflete negativamente no vigor com o passar do tempo. Segundo Moraes (2000), a rapidez na perda de qualidade após a maturidade fisiológica ocorre em função da espécie, da cultivar e das condições impostas às sementes no campo após a colheita e nas operações de beneficiamento e armazenamento.

Autores como Hallauer e Russel (1962), Daynard e Duncan (1969), Rench e Shaw (1971), Daynard (1972) e Hunter et al. (1991) afirmam que a maturidade de sementes de milho pode ocorrer em teores de água de 28% a 42%, variando entre genótipos, épocas e anos de semeadura. Em geral, os efeitos na qualidade fisiológica se traduzem em decréscimo na porcentagem de germinação, em aumento de plântulas anormais e na redução do vigor de plântulas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; SMIDERLE; CÍCERO, 1998). Toledo e Marcos Filho (1977) afirmam que a queda do poder germinativo e do vigor é a manifestação mais acentuada da deterioração das sementes.

Sementes que apresentam mais qualidade fisiológica permitem um estabelecimento rápido de plântulas, reduzindo possíveis riscos na implantação da cultura (HÖFS, 2003). Com efeito, Schuch et al. (1999) constataram que sementes de qualidade fisiológica melhor mostram velocidade maior nos processos metabólicos, propiciando emissão mais rápida e uniforme da raiz primária na germinação, taxas mais altas de crescimento e plântulas com tamanho inicial maior.

2.3 Logística e produção de sementes

A cadeia de produção agroindustrial de sementes de milho abrange os macrossegmentos de produção agrícola, industrialização e comercialização. Para garantir a competitividade da empresa no setor, a coordenação eficaz das atividades dessa cadeia é imprescindível, porque permite prover as sementes ao cliente no momento certo, com níveis de qualidade aceitáveis e a um custo mínimo. Coordenar a cadeia com eficiência requer instrumentos fundamentais como o planejamento da produção e logística. O planejamento agregado é complexo em razão de suas especificidades, da dispersão geográfica da produção agrícola, industrial e da demanda, com as quais se forma uma rede logística (JUNQUEIRA; MORABITO, 2008).

Ainda assim, há poucos trabalhos na literatura acadêmica que tratam do planejamento tático-estratégico da produção e logística no setor de sementes de milho. Dentre os pesquisadores que enfocaram essa questão, Junqueira e Morabito (2006) propuseram um modelo de otimização linear que busca minimizar o custo total de produção e logística, incluindo custos de transporte entre regiões agrícolas, unidades industriais e de entrega, custos de processamento e custos fiscais do Imposto de Circu-

lação de Mercadorias e Serviços (ICMS) durante o período de planejamento. Em geral, empresas produtoras de sementes de milho possuem vários campos de produção agrícola, unidades industriais (unidades de beneficiamento de sementes/UBS) e muitos pontos de demanda; nesse caso, uma estratégia seria instalar as UBS numa localização que pudesse minimizar custos de transporte; outra seria estar próximo do cliente.

No sistema de produção de sementes, após ser colhidas e beneficiadas, obrigatoriamente passam pelo armazenamento, para conservar sua qualidade fisiológica, cuja manutenção tem papel central no sistema, pois possibilita a semeadura nas épocas mais propícias à obtenção de resultados econômicos e à conservação (GUIMARÃES; SOUZA; PINHO, 2004). Essa etapa tem sido objeto de vários estudos, como os de Delouche e Baskin (1973), Harrington (1973), Ross (1986), Oliveira (1997), Toledo (Marcos Filho, 1977), Araujo, Silva e Correia (2000), Fessel et al. (2006), e Matos et al. (2013). Os resultados têm sido empregados com sucesso pelas empresas produtoras de sementes. Mas pesquisas sobre transporte de semente dos armazéns das UBS aos distribuidores e destes à lavoura são raríssimas, para não dizer inexistentes.

Na etapa de transporte, as sementes se sujeitam a várias condições adversas, conforme seja o tempo levado no transporte e o clima. No caso de frutas, há estudos sobre sua comercialização que visam reduzir o volume expressivo de perdas; segundo Fischer, Almeida e Garcia (2011), a colheita pressupõe problemas como ferimentos no fruto decorrentes de manuseio inapropriado pelo colhedor e uso de materiais de colheita inadequados; os frutos estão sujeitos a danos também após a colheita, durante o transporte e no manuseio nos mercados consumidores. Aliás, ao lado de fatores fitossanitários e comerciais, as condições que permeiam o processo de transporte da fruta fresca — produto delicado, de fácil deterioração e que exige cuidados e rapidez no transporte — têm comprometido iniciativas para alavancar a exportação de frutas. Mais que isso, não se pode esquecer que tais condições se vinculam a um sistema eficaz de armazenagem e escoamento, cujo desenvolvimento — segundo Pasqua e Lima (2004) — carece de mais investimentos.

Assim como as frutas, as sementes são um produto vivo que, se não forem conservadas em ambientes adequados, com controle de temperatura e umidade, perdem qualidade rapidamente. Logo, seu transporte está se tornando um gargalo na economia agrícola nacional, pois 70% da infra-estrutura de transportes de carga — e de pessoas — depende do sistema rodoviário, cujas estimativas de custo superam em três vezes e meia

o custo do sistema ferroviário e em nove vezes o custo do sistema hidroviário (ARAÚJO; SILVA; CORRÊA, 2004). Conforme Fleury (2006), com gastos equivalentes a 10% do Produto Interno Bruto (PIB), o transporte depende exageradamente do modal rodoviário (mais barato apenas que o aéreo): o porcentual de carga (em tonelada por quilômetro) transportada em rodovias chega a 58%; na Austrália, não passa de 30%; nos EUA, 28%; e na China, 19%.

Por fim, a situação mais precária entre os meios de transporte no Brasil é a do rodoviário: quase 75% das estradas apresentam condições ruins ou péssimas (FLEURY, 2006). De 1,7 milhão de quilômetros de rodovias, 196 mil se encontram pavimentados. Além disso, a pesquisa de Neves (2005) revelou que a frota tem idade média de 18,8 anos, superior ao recomendado por especialistas dos Estados Unidos, para os quais oito anos são o tempo máximo de uso. Outros fatores a serem considerados incluem degradação da malha rodoviária — que acarreta aumentos de custos operacionais em até 40%; consumo maior de combustíveis — cerca de 60%; e maior tempo para entregar as encomendas em até 100%.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Instituições envolvidas

Esta pesquisa foi conduzida mediante parceria entre o Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia (ICIAG/UFU), em Uberlândia (MG), e a Syngenta Seeds Ltda. No ICIAG (área experimental do *campus* Umuarama) foi feito o teste de emergência em areia; na Syngenta, foram feitos a simulação de transporte — no pátio da unidade de beneficiamento de sementes (UBS) de Ituiutaba (MG) — e os testes de germinação e vigor — nos laboratórios de sementes de Ituiutaba e Matão (SP), respectivamente.

3.2 Experimentos, delineamento e tratamentos

A pesquisa abrangeu quatro experimentos constituídos pelas combinações de dois tipos de transporte (caminhões baú e graneleiro enlonado) e duas posições (inferior e superior) das sementes no palete. Os tratamentos em cada experimento foram distribuídos em parcelas subdivididas, nas quais foram avaliados três híbridos (H1, H2 e H3) relatados pelos detentores como diferentes geneticamente para resposta aos atributos da qualidade fisiológica. A avaliação das subparcelas incluiu seis períodos de permanência no caminhão: 0 hora, 24 horas, 48 horas, 72 horas, 96 horas e 120 horas (FIG. 1).

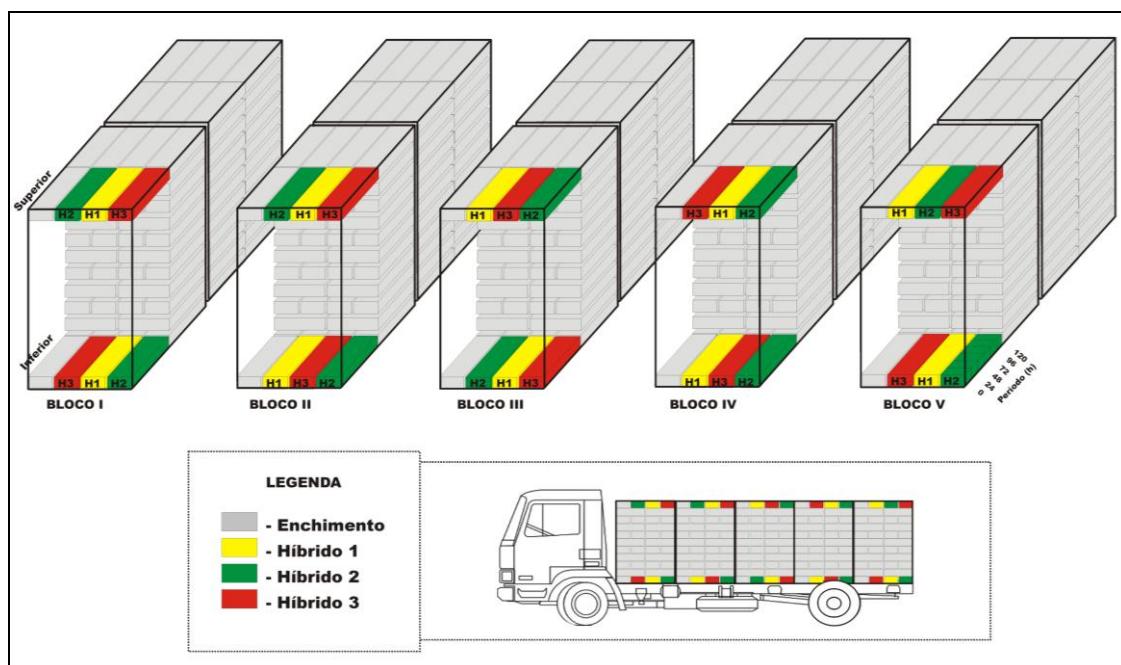


FIGURA 1 – Croqui da distribuição dos paletes na carroceria dos caminhões com carga completa e posicionamento dos experimentos/caminhão (superior e inferior), blocos (I, II, III, IV e V), parcelas (H1, H2 e H3) e das subparcelas (0, 24, 48, 72, 96 e 120 horas) — Uberlândia, MG, 2013

3.3 Procedimentos

Para simular a condição climática extrema durante o transporte, os experimentos ocorreram no fim do verão (março de 2010), período sem possibilidade de chuvas cuja definição se valeu de consultas a *websites* que informam previsão do tempo. Os caminhões — baú e graneleiro enlonado — permaneceram estacionados no pátio da unidade de beneficiamento de sementes (UBS) no sentido norte–sul pela manhã; ao meio-dia, foram invertidos para o sentido sul–norte, de modo que suas laterais onde estavam montados os experimentos ficassem sempre expostas à incidência de raios solares (FIG. 2).

Para monitorar a temperatura e umidade relativa do ar no período de execução da pesquisa, foram instalados termos higrômetros³ (FIG. 3) em posições distintas na carga. As condições climáticas do ambiente externo foram monitoradas pela estação meteorológica da UBS.

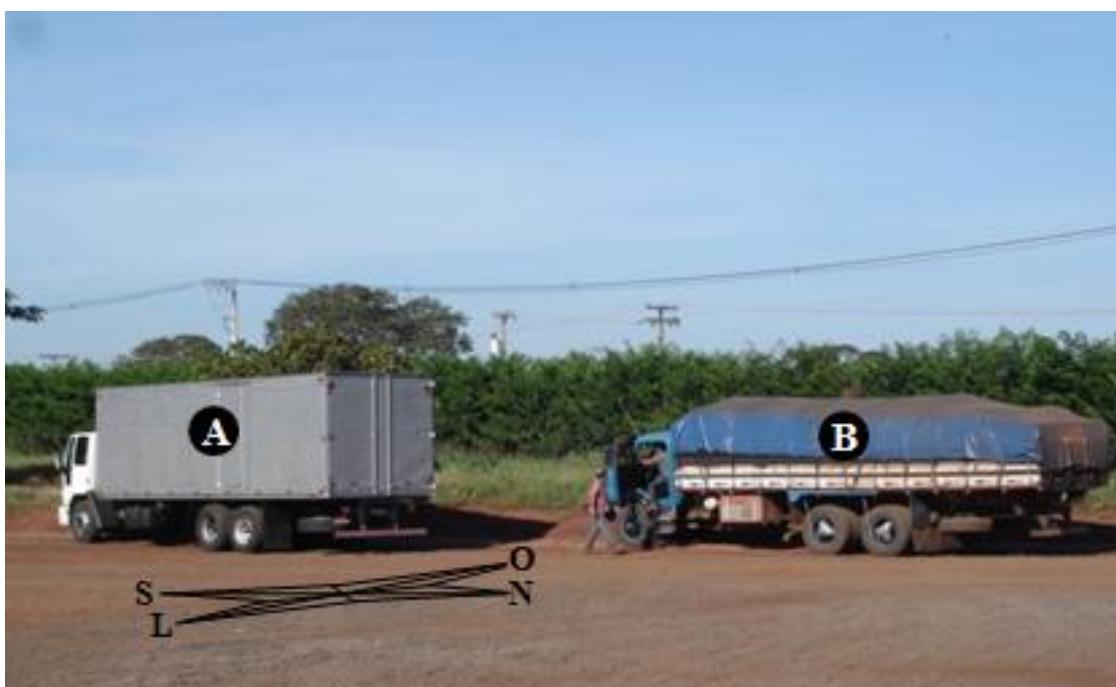


FIGURA 2 – Posicionamento dos caminhões baú (A) e graneleiro enlonado (B) estacionados no sentido norte–sul no pátio da UBS da Syngenta em Ituiutaba, MG — Uberlândia, MG, 2013 (houve sobreposição de grafismo e letras para indicação visual)

Fonte: acervo de SÁ JÚNIOR, A.

³ LogChart II, versão 2.30 — dezembro de 2009.



FIGURA 3 – Termo higrômetro utilizado para monitorar a temperatura e umidade relativa do ar, no interior das cargas nos caminhões — Uberlândia, MG, 2013

Fonte: acervo de SÁ JÚNIOR, A.

3.4 Amostragem

Para coleta das amostras das sementes foi utilizado amostrador tipo duplo, sendo as coletas realizadas sempre às 6 horas, por ser o período do dia em que a temperatura é mais amena, uma vez que a cada amostragem a carga era aberta.

Após a coleta as amostras foram encaminhadas para o laboratório onde foram homogeneizadas e quarteadas para obtenção de três subamostras, as quais foram acondicionadas em sacos de papel kraft multifoliado, com capacidade para 1Kg, devidamente identificados (Figura 4).

As subamostras permaneceram armazenadas em câmara fria, regulada à temperatura de 10°C e umidade relativa de 50%, até o momento de realização das avaliações.



FIGURA 4 – Amostragem (A e B) homogeneização (C) e acondicionamento das amostras (D)
 — Uberlândia, MG, 2013 (houve sobreposição de grafismo e letras para indicação visual)

Fonte: acervo de SÁ JÚNIOR, A.

3.5 Avaliações

3.5.1 Teste de germinação

Foi realizado no laboratório de análise de sementes da Syngenta em Ituiutaba-MG, foram utilizadas 400 sementes por subparcela, conforme metodologia proposta pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Em face do desenvolvimento satisfatório das plântulas, foi realizada somente uma leitura no quinto dia após a montagem do teste, onde foram avaliadas as plântulas normais (Figura 5).

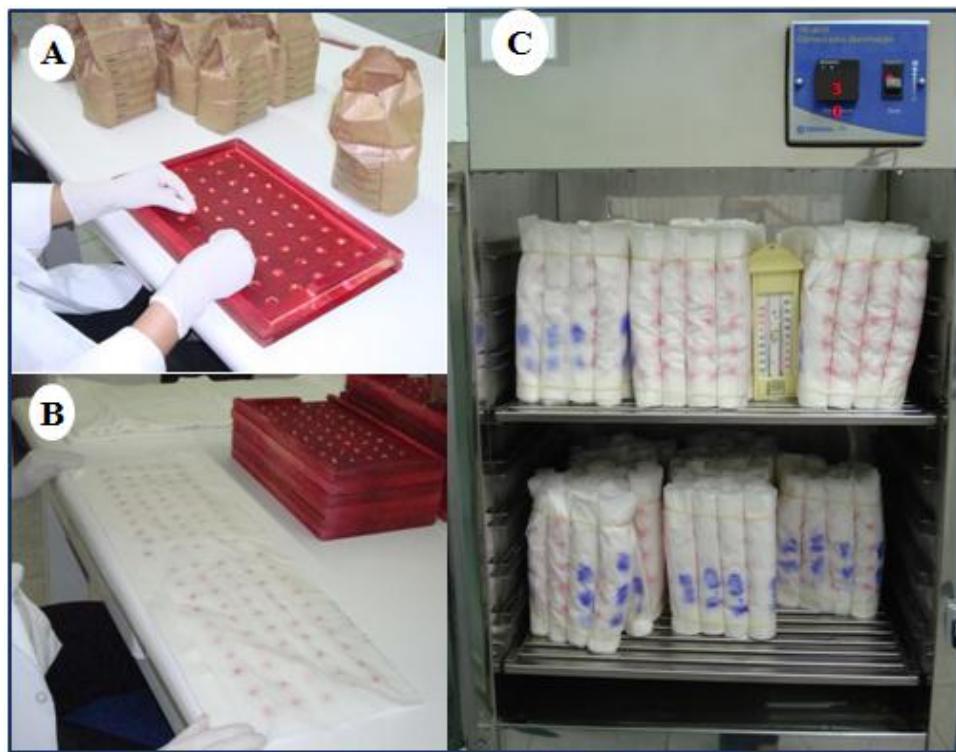


FIGURA 5 – Detalhe da montagem do teste de germinação, contagem das sementes (A), semeadura em substrato de papel (B) e rolos no germinador (C) — Uberlândia, MG, 2013 (houve sobreposição de grafismo e letras para indicação visual)

Fonte: nosso acervo

3.5.2 Teste de frio modificado (TFM)

Feito no laboratório da Syngenta em Matão (SP), o teste de frio modificado usou 400 sementes por subparcela divididas em quatro repetições de 100 sementes. O substrato para o teste⁴ foi preparado com solo cuja composição incluiu 50% de silte, 30% de argila e 20% de areia. O teste foi instalado em bandejas cujo fundo foi preenchido com água, sobre a qual foi posta uma grade coberta por uma folha de papel onde as pontas ficaram imersas para que a água subisse por capilaridade e umedecesse o substrato (FIG. 6A). Feita a semeadura (FIG. 6B), as bandejas foram postas em gabinetes (FIG. 6C) e levadas à câmara fria regulada à temperatura de 10°C, onde permaneceram por sete dias; após esse período, os gabinetes foram transferidos para a sala de crescimento, regulada à temperatura 25°C, e nela permaneceram por três dias. As avaliações foram feitas contando-se o número de plântulas emersas com características normais (FIG. 6D). Os resultados das parcelas foram obtidos pela média das quatro repetições do teste.

⁴ Metodologia desenvolvida pela Syngenta.

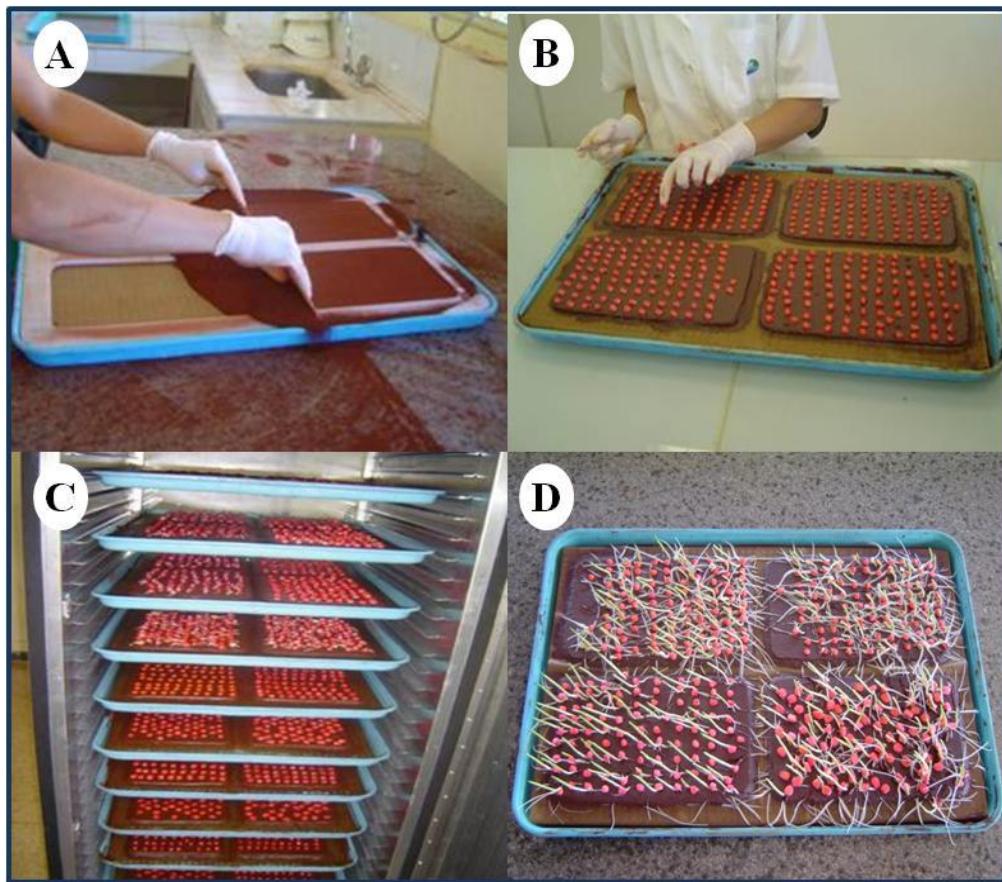


FIGURA 6 – Detalhe da montagem do teste de vigor, preparo das bandejas (A), semeadura (B), bandejas colocadas no gabinete (C) e as plântulas no momento da avaliação (D) (houve sobreposição de grafismo e letras para indicação visual)

Fonte: nosso acervo

3.5.3 Emergência em areia

A avaliação da emergência em areia foi feita em canteiros com areia de textura média, lavada e solarizada na área experimental do Instituto de Ciências Agrárias, *campus* Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia. Foram avaliadas 200 sementes por subsubparcela, distribuídas em quatro sulcos de 1 metro de comprimento, espaçados com 5 centímetros, marcados sobre o leito de areia nivelada, conforme ilustra a Figura 7A.

Na semeadura, foi usado um gabarito para distribuir sementes de forma equidistantes (FIG. 7B). Em seguida, as sementes foram cobertas com uma camada de areia de 2 centímetros (FIG. 7C). A irrigação foi realizada de forma a manter a umidade em 60% da capacidade de retenção da água.

A coleta das medidas e as expressões usadas na análise da emergência se basearam em Santana e Ranal (2004). Entre o início da emergência das primeiras plântulas e a

estabilização do estande, houve avaliações diárias às 6h e às 18h para contar o número de plântulas emersas. Como emersas foram consideradas as plântulas que apresentaram o coleóptilo com 1 centímetro acima da superfície (FIG. 7D).



FIGURA 7 – Distribuição das subparcelas no canteiro (A, B e C) e critério adotado para o início da contagem das plântulas (D) — Uberlândia, MG, 2013 (houve sobreposição de grafismo e letras para indicação visual)

Fonte: acervo da OLIVO, F.

Com base nos dados das contagens, calcularam-se as variáveis de emergência.

- *Emergência.* Porcentual entre o número de plântulas emergidas e o número total de sementes semeadas:

$$E(\%) = \frac{E}{N} \cdot 100$$

Sendo:

E (%): Porcentagem de emergência de plântulas;

E: número de plântulas emergidas;

N: número de sementes semeadas.

- *Índice de velocidade de emergência (IVE)*. Informa o número de plântulas emergidas por dia e prediz o vigor relativo de uma amostra de sementes segundo a expressão proposta por Maguire (1962):

$$\text{IVE} = \frac{E1}{N1} + \frac{E2}{N2} + \frac{E3}{N3} + \frac{E4}{N4} + \dots + \frac{En}{Nn}$$

Sendo:

IVE: índice de velocidade de emergência;

E1, E2...En: número de plântulas emergidas computadas na primeira, segunda e enésima contagem;

N1, N2...Nn: número de dias de semeadura à primeira, segunda e enésima contagem.

- *Tempo inicial de emergência (Ti)*. Tempo necessário à primeira emergência de plântulas (horas).
- *Tempo final de emergência (Tf)*. Tempo necessário à última emergência de plântulas (horas).
- *Tempo médio de emergência (Tm)*. Calculado como a média ponderada dos tempos de emergência, utilizando-se como pesos de ponderação o número de plântulas emersas nos intervalos de tempo estabelecidos para a coleta de dados no experimento, segundo expressão proposta por Labouriau (1983), em horas.

$$Tm = \frac{\sum_{i=1}^k n_i \cdot t_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

Sendo:

Tm: tempo médio de emergência;

ti: tempo entre o início do experimento e a i-ésima observação (horas);

ni: número de plântulas que emergem no tempo ti;

k: último tempo de emergência de plântulas.

- *Coeficiente de variação do tempo (CVt)*. Mede o grau de dispersão da emergência ao redor do tempo médio; a fórmula usada seguiu o modelo descrito por Ranal e Santana (2006).

$$CV_t = \frac{S_t}{\bar{t}} \cdot 100$$

Sendo:

S_t : desvio padrão da emergência;

\bar{t} : Tempo médio da emergência

- *Frequência relativa de emergência (Fr)*. Para o estudo da distribuição da emergência ao longo do tempo experimental, foram construídos gráficos de distribuição de frequências (%). A fórmula utilizada para obter os resultados seguiu o modelo descrito por Santana e Ranal (2004).

$$Fr = \frac{ni}{\sum_{i=1}^{nl} ni}$$

Sendo:

Fr: frequência relativa de emergência;

ni: número de plântulas emergidas no dia i.

- *Sincronia (Z)*. Como a emergência não é sincronizada, essa análise visa quantificar a variação da emergência ao longo do tempo. O índice é expresso em *bits*, medida binária que conta se a semente emerge ou não emerge, conforme Ranal e Santana (2006).

$$Z = \sum_{i=1}^k C_{ni,2} / C_{nl,2} \text{, com: } C_{ni,2} = ni \frac{(ni - 1)}{2}$$

$C_{ni,2}$: combinação duas a duas das plântulas emergidas no tempo “i”;

n_i : número de plântulas emergidas no tempo “i”.

- *Incerteza (I)*. Proposta por Labouriau e Valadares (1976) para analisar a incerteza associada à distribuição da frequência relativa de emergência.

$$I = - \sum_{i=1}^K f_i \log_2 Fr \text{, com } Fr = \frac{ni}{\sum_{i=1}^{nl} ni}$$

Sendo:

Fr: frequência relativa de emergência;

\log_2 : logaritmo de base 2;

K: último dia de observação.

3.6 Procedimentos estatísticos

Os dados obtidos foram submetidos, primeiramente, ao teste de pressuposições, que avaliou a homogeneidade das variâncias, a normalidade dos

resíduos e a aditividade dos blocos por meio dos testes de Levene, Kolmogorov-Smirnov e Tukey, respectivamente, usando-se o programa SPSS. Todas as pressuposições foram feitas a 1% de probabilidade. No caso de variáveis não convergentes para as pressuposições, foi aplicada a transformação de dados (vide capítulo “Resultados e discussão”).

Após a realização das análises individuais, foram feitas análises conjuntas assim divididas: i) análise conjunta para experimentos conduzidos em caminhão baú na parte superior *versus* inferior do palete; ii) análise conjunta para experimentos conduzidos em caminhão graneleiro na parte superior *versus* inferior do palete; iii) análise conjunta para experimentos conduzidos na parte inferior do palete em caminhão baú *versus* caminhão graneleiro; iv) análise conjunta para experimentos conduzidos na parte superior em caminhão baú *versus* graneleiro. Essas análises conjuntas para os dois caminhões e as duas posições foram realizadas uma vez que a razão entre o maior e o menor quadrado médio residual não foi superior a 7.

A Tabela 1 apresenta o esquema da análise de variância dos quatro experimentos individuais; enquanto as Tabelas 2 e 3 mostram o esquema das análises de variância conjunta. As análises individuais e as conjuntas foram realizadas por meio do programa SISVAR (FERREIRA, 2006). Quando houve efeito significativo isolado dos fatores, aplicou-se o teste de Tukey para os fatores híbridos, tipos de transporte e posição das sementes no palete; para o fator períodos de permanência das sementes no caminhão, usou-se a análise de regressão. Quando houve interação entre os fatores analisados, realizaram-se os respectivos desdobramentos.

TABELA 1 – Esquema da análise de variância individual para avaliar o comportamento de sementes de três híbridos de milho submetidas a diferentes períodos de permanência durante o transporte — Uberlândia, MG, 2013

Fontes de variação	Graus de liberdade
Blocos	4
Híbridos	2
Erro a	8
Períodos	5
Híbridos <i>versus</i> períodos	10
Erro b	60
Total	89

TABELA 2 – Esquema da análise de variância conjunta para pesquisar o comportamento de sementes durante o transporte em caminhões baú e graneleiro enlonado em cada posição do palete — Uberlândia, MG, 2013

Fontes de variação	Graus de liberdade
Blocos (tipo de transporte)	8
Transporte (T)	1
Híbridos (H)	2
Transporte <i>versus</i> híbridos	2
Erro a	16
Períodos (P)	5
Períodos <i>versus</i> transporte	5
Períodos <i>versus</i> híbridos	10
Períodos <i>versus</i> transporte <i>versus</i> híbridos	10
Erro b	120
Total	179

TABELA 3 – Esquema da análise de variância conjunta para pesquisar o comportamento durante o transporte de sementes colocadas nas posições inferior e superior do palete em cada tipo de transporte — Uberlândia, 2013

Fontes de variação	Graus de liberdade
Blocos (posição)	8
Posição (PO)	1
Híbridos (H)	2
Posição <i>versus</i> híbridos	2
Erro a	16
Períodos (P)	5
Períodos <i>versus</i> posição	5
Períodos <i>versus</i> híbridos	10
Períodos <i>versus</i> posição <i>versus</i> híbridos	10
Erro b	120
Total	179

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Transporte de sementes em caminhão baú

A Tabela 4 resume as análises de variância dos dados de germinação, vigor, emergência, índice de velocidade de emergência, tempo inicial, final e médio, coeficiente de variação do tempo, sincronia e incerteza. Os dados advêm de experimentos com sementes de três híbridos de milho submetidas a períodos diferentes de permanência em duas posições do palete durante o transporte em caminhão baú. No experimento conduzido na posição superior do palete, só as variáveis coeficiente de variação do tempo, sincronia e incerteza não foram significativas para híbridos em relação aos períodos de permanência no caminhão; houve significância apenas para o teste de frio modificado. A interação híbridos *versus* períodos não foi significativa para nenhuma variável. No experimento conduzido na posição inferior do palete, só a variável sincronia não foi significativa para híbridos. Nos períodos, todas as variáveis não foram significativas. A interação híbridos *versus* períodos foi significativa só para o coeficiente de variação do tempo.

A Tabela 5 apresenta as médias dos dados de germinação, teste de frio modificado, emergência, índice de velocidade de emergência, tempo inicial, final e médio, coeficiente de variação do tempo, sincronia e incerteza. Os dados foram obtidos nos experimentos com sementes de três híbridos de milho submetidas a diferentes períodos de permanência em duas posições do palete durante o transporte em caminhão baú. Para os experimentos conduzidos na posição superior e na inferior do palete, observa-se que a germinação e a emergência do H1 foram menores relativamente aos híbridos H2 e H3. Cabe considerar, porém, que esse efeito significativo para pequenas diferenças ocorre em razão do baixo coeficiente de variação. Segundo a Instrução Normativa 25 (BRASIL, 2005), o padrão mínimo de germinação dessa espécie é de 85%; portanto, os valores apresentados pelos híbridos avaliados estão muito acima. Embora seja significativa, essa diferença pequena não compromete o valor nem o uso comercial das sementes do híbrido H1. Além disso, para uma média de 99,0, as RAS (BRASIL, 2009) prescrevem diferença de 4% entre as repetições do teste de germinação.

Os resultados relativos ao vigor, avaliado pelo teste de frio modificado e IVE, permitem inferir que a condição de transporte das sementes interfere nessa variável e que a intensidade varia em função do genótipo, pois houve comportamento diferenciado dos híbridos em resposta ao teste de vigor (TABELA 5).

TABELA 4 – Resumo das análises de variância dos dados de germinação, teste de frio modificado (TFM), emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), tempo inicial, final e médio, coeficiente de variação do tempo (CVt), sincronia e incerteza, obtidos nos experimentos envolvendo sementes de três híbridos de milho submetidas a diferentes períodos de permanência em duas posições do palete durante o transporte em caminhão baú — Uberlândia, MG, 2013

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios									
		Germinação	TFM	Emergência	IVE	Tempos			Sincronia	Incerteza	
						Inicial	Final	Médio			
Transporte na posição Superior do palete em caminhão baú											
Blocos	4	0,8611	3,5944	489,5444	0,4255	12745,6000	52786,4000	44,6000	37,7118	0,0891	4,7463
Híbridos (H)	2	16,5444**	515,4333**	288,1500**	0,0241**	812,8000**	1892,8000*	5,2111**	17,9441	0,0106	0,2950
Erro a	8	1,1277	2,5444	14,6416	0,0025	86,8000	234,8000	0,2666	17,4642	0,0109	0,3279
Períodos (P)	5	0,0911	26,9333**	8,6777	0,0004	44,8000	243,5200	0,1444	1,3940	0,0035	0,0852
(H) x (P)	10	0,3977	5,7266	5,1311	0,0001	29,4400	266,5600	0,1177	2,1143	0,0026	0,0795
Erro b	60	0,6788	5,0011	10,2244	0,0004	25,7600	230,0800	0,1044	3,0477	0,0024	0,0847
Coeficiente de Variação (a) (%)	1,07	2,05	4,67	3,48	8,36	8,82	4,59	48,23	10,97	36,38	
Coeficiente de Variação (b) (%)	0,83	2,88	3,90	1,41	4,55	8,72	2,87	20,15	5,21	18,50	
Transporte na posição Inferior do palete em caminhão baú											
Blocos	4	0,8444	8,8444	230,7333	2,8081	11210,4000	66,8722	15323,9084	42,3667	0,211565	3,1409
Híbridos (H)	2	7,2333**	674,8000**	604,0444**	0,2832**	2092,8000**	1,4777*	1667,3067*	76,1647**	0,146258	1,3064*
Erro a	8	0,3027	20,0361	51,6416	0,0234	100,8000	0,2138	250,6151	4,6643	0,041301	0,2296
Períodos (P)	5	0,9866	11,3266	17,0511	0,0065	41,2800	0,3111	45,9983	1,9345	0,004601	0,0535
(H) x (P)	10	0,1800	4,5066	21,8977	0,0089	40,3200	0,5844	36,9766	6,7585**	0,007956	0,0660
Erro b	60	0,5766	5,1188	11,7322	0,0052	20,6400	0,3600	152,1000	1,9270	0,005464	0,0511
Coeficiente de Variação (a) (%)	0,56	5,81	8,83	9,54	8,93	3,61	12,49	24,59	48,53	30,27	
Coeficiente de Variação (b) (%)	0,77	2,93	4,21	4,52	4,04	4,68	9,73	15,81	17,65	14,28	

**, *: significativo a 1 e 5 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

O estudo das alterações do vigor é importante porque a desuniformidade na velocidade de emergência afeta o desenvolvimento do dossel da cultura; isto é, plântulas que emergirem primeiro sombream aquelas com emergência tardia (POMMEL et al., 2002). Além disso, a parte aérea e o sistema radicular de plântulas de emergência atrasada podem apresentar crescimento menor, resultando em capacidade menor de competir por água, luz e nutrientes (MEROTTO JÚNIOR et al., 1999). Assim, com níveis de vigor limítrofes, devem receber atenção especial durante o transporte.

As variáveis tempo inicial, final e médio de emergência tiveram comportamento semelhante; o melhor resultado obteve o híbrido H3. Isso mostra outra vez o excelente potencial desse híbrido mesmo quando submetido à condição mais adversa durante o transporte, como na posição superior do palete em caminhão baú (TABELA 5).

TABELA 5 – Médias dos dados de germinação, teste de frio modificado (TFM), emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), tempo inicial, final e médio (horas), coeficiente de variação do tempo (CVt), sincronia e incerteza obtidos no experimentos envolvendo sementes de três híbridos de milho submetidas a diferentes períodos de permanência em duas posições do palete durante o transporte em caminhão baú — Uberlândia, MG, 2013

Variáveis	Híbridos ¹					
	H1		H2		H3	
	Posição Superior					
Germinação (%)	98,2	B	99,4	A	99,5	A
Emergência (%)	94,7	B	98,7	A	98,7	A
TFM (%)	91,5	C	97,5	B	96,8	A
IVE (plântulas horas ⁻¹)	1,61	B	1,57	B	1,73	A
Tempo Inicial (horas)	111,2	AB	116,8	B	106,4	A
Tempo Final (horas)	180,0	B	176,4	B	164,8	A
Tempo Médio (horas)	125,7	A	135,9	B	123,4	A
CVt (%)	8,65	A	7,90	A	9,44	A
Sincronia	0,447	A	0,430	A	0,373	A
Incerteza (Bit)	1,51	A	1,52	A	1,69	A
Posição Inferior						
Germinação (%)	98,5	B	99,2	A	99,5	A
Emergência (%)	93,4	B	98,8	A	98,8	A
TFM (%)	90,4	B	97,7	A	96,1	A
IVE (plântulas horas ⁻¹)	1,56	B	1,54	B	1,72	A
Tempo Inicial (horas)	108,4	A	122,0	B	106,8	A
Tempo Final (horas)	176,4	B	174,4	B	165,2	A
Tempo Médio (horas)	126,2	AB	134,4	B	119,5	A
Sincronia	0,390	A	0,498	A	0,368	A
Incerteza(Bit)	1,72	B	1,34	A	1,68	AB

¹ Médias seguidas por letra distinta na linha diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Pelo coeficiente de variação do tempo, pela sincronia e pela incerteza não houve diferenças de comportamento dos híbridos estudados durante o transporte na posição superior do palete. A Tabela 5 mostra que, quanto ao comportamento das variáveis relativas à posição inferior do palete do caminhão baú, a germinação, o vigor, a emergência e o IVE apresentaram o mesmo comportamento quando as sementes foram transportadas na posição superior, indicando a sensibilidade maior do híbrido H1.

O tempo inicial, final e médio de emergência (TABELA 5) foi menor para o híbrido H3 quando colocado na posição inferior do palete; isto é, esse híbrido foi mais vigoroso. Rocher et al. (1989), Rood et al. (1990) e Causse et al. (1995) reportam que o crescimento inicial é uma característica importante da capacidade produtiva das plantas de milho, pois se relacionam com algumas enzimas-chave no processo de fixação e distribuição dos fotoassimilados na planta. O crescimento inicial maior pode incrementar o aproveitamento da radiação solar disponível no início do ciclo da cultura, intensificando o crescimento vegetativo (ALMEIDA et al., 2003).

As variáveis sincronia e incerteza permitem inferir que no híbrido H2 ocorreu mais sincronismo, caracterizado pelo valor maior da sincronia ($Z = 0,498$) (TABELA 5): quanto mais alto for esse valor, maior será a frequência diária de plântulas emergidas; e pelo menor valor da incerteza ($I = 1,34 \text{ bit}$): quanto menor for, maior será a precisão no processo de emergência.

Ao estudar a emergência de plântulas de milho em canteiros com solo de textura muito argilosa e em condições de restrição hídrica, Silva (2012) constatou comportamento compatível com os deste estudo: as variáveis incerteza e sincronia indicaram que o processo de emergência foi assíncrono com isso, houve grande dispersão da emergência em torno do tempo.

A Tabela 6 apresenta dados relativos ao comportamento do vigor, via teste de frio modificado, das sementes submetidas a períodos diferentes de permanência na parte superior do palete durante o transporte em caminhão baú. A opção pelo teste de médias (Tukey) se justifica porque estimativas intermediárias não são importantes e porque, quando se aplicou a regressão, o modelo não se ajustou. Nota-se que o período de permanência de 24 horas apresentou vigor menor.

TABELA 6 – Comportamento do vigor avaliado pelo teste das sementes de milho em função dos diferentes períodos de permanência na parte superior do palete durante o transporte em caminhão baú — Uberlândia, MG, 2013

Período (horas)	Teste de frio modificado (%)
0	96,2 a
24	93,6 b
48	96,1 a
72	95,8 ab
96	94,6 ab
120	95,2 ab

¹ Médias seguidas por letra distinta na coluna diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Tabela 7, são apresentadas as médias do coeficiente de variação do tempo durante a emergência de sementes de três híbridos de milho dentro de cada período de permanência na posição inferior do palete, em caminhão baú. Observa-se que quando é feita a comparação entre híbridos dentro de cada período, o híbrido H2 apresentou menor dispersão do processo de emergência independentemente do período que permaneceu no transporte. Enquanto que na comparação de períodos, dentro de cada híbrido, houve variação apenas para híbrido H1, o qual apresentou maior dispersão da emergência nos períodos de 24 e 48 horas, com 12,7 e 10,3%, respectivamente.

TABELA 7 – Médias dos dados do coeficiente de variação do tempo (CVt) durante a emergência de sementes de três híbridos de milho em função do período de permanência durante o transporte na posição inferior do palete em caminhão baú — Uberlândia, MG, 2013

Períodos (horas)	Híbridos ¹								
	H1		H2		H3				
0	8,7	a	B	8,4	a	A	8,9	a	B
24	12,7	b	B	6,6	a	A	8,9	a	A
48	10,3	ab	B	6,4	a	A	9,8	a	B
72	9,6	a	B	6,6	a	A	9,2	a	AB
96	9,3	a	AB	6,8	a	A	10,4	a	B
120	8,9	a	AB	6,7	a	A	9,8	a	B

¹ Médias seguidas por letra distinta maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.2 Transporte de sementes em caminhão graneleiro enlonado

A Tabela 8 resume as análises de variância dos dados de germinação, teste de frio modificado, emergência, índice de velocidade de emergência, tempo inicial, final e médio, coeficiente de variação do tempo, sincronia e incerteza. Os dados provêm de experimentos com sementes de três híbridos de milho submetidas a períodos distintos de permanência em duas posições do palete durante o transporte em caminhão graneleiro enlonado.

Na posição superior, só as variáveis germinação e tempo final de emergência não foram significativas para os híbridos em relação a períodos de permanência no transporte. Não houve significância para tempo inicial, sincronia e incerteza nem a interação foi significativa para todas as variáveis. Na posição inferior não houve significância dos híbridos para as variáveis tempo final e sincronia; enquanto as variáveis teste de frio modificado e tempo médio foram influenciadas significativamente pelo período de permanência no transporte; de novo a interação entre híbridos e período de permanência não foi significativa para todas as variáveis.

A Tabela 9 apresenta médias dos dados de germinação, teste de frio modificado, emergência, índice de velocidade de emergência, tempo inicial, final e médio, coeficiente de variação do tempo, sincronia e incerteza. Os dados foram obtidos no experimento envolvendo sementes de três híbridos de milho submetidas a períodos diversos de permanência em duas posições do palete durante o transporte em caminhão graneleiro enlonado. Embora tenha ocorrido diferença significativa na germinação dos híbridos durante o transporte na parte inferior do palete, o vigor avaliado pelos testes de frio modificado, IVE e emergência em areia do híbrido H1 reduziu significantemente. Esse comportamento se justifica porque o teste de germinação ocorre em condições ótimas, diferentemente dos testes de vigor.

Esses testes objetivam basicamente avaliar ou detectar diferenças significativas na qualidade fisiológica de lotes com germinação semelhante, distinguindo-os e classificando-os em níveis distintos de vigor, o que possibilita estimar a tolerância ao estresse durante o transporte e o armazenamento, assim como a qualquer condição adversa a que o lote venha a ser submetido. Nesse sentido, os testes de vigor têm sido amplamente usados nos programas de controle de qualidade das sementes (MARCOS FILHO, 1999).

TABELA 8 – Resumo das análises de variância dos dados de germinação, teste de frio modificado (TFM), emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), tempo inicial, final e médio, coeficiente de variação do tempo (CVt), sincronia e incerteza obtidos nos experimentos com sementes de três híbridos de milho submetidas a diferentes períodos de permanência em duas posições do palete durante o transporte em caminhão graneleiro enlonado — Uberlândia, MG, 2013

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios									
		Germinação	TFM	Emergência	IVE	Tempo				Sincronia	Incerteza
						Inicial	Final	Médio	CVt		
Transporte na posição Superior do palete em caminhão graneleiro enlonado											
Blocos	4	10,1944	39,5444	123,2388	0,3174	13138,4000	56446,4000	36,9880	37,8957	0,0623	3,6398
Híbridos (H)	2	54,0777	642,5333**	417,4333**	0,0460**	2161,6000**	580,8000	3,6101**	65,0804*	0,0410*	0,9283*
Erro a	8	28,8277	18,7694	24,8638	0,0030	131,6000	498,8000	0,0987	9,9244	0,0051	0,1134
Períodos (P)	5	518,3377**	734,5533**	555,0933**	0,0264**	40,9600	1148,1600**	0,2836**	20,5724**	0,0018	0,1975
(H) x (P)	10	17,9977	26,9866	25,9266	0,0013	36,1600	300,4800	0,0361	3,3820	0,0024	0,0800
Erro b	60	15,8833	25,5478	36,8822	0,0025	28,1600	254,2400	0,0559	4,8376	0,0026	0,1014
Coeficiente de Variação (a) (%)	6,59	5,77	6,44	3,87	10,15	12,58	2,79	34,23	7,59	20,59	
Coeficiente de Variação (b) (%)	4,89	6,74	7,84	3,54	4,69	8,98	2,10	23,90	5,46	19,47	
Transporte na posição Inferior do palete em caminhão graneleiro enlonado											
Blocos	4	0,3791	29,5154	67,7429	0,3803	11900,0000	52618,4000	40,0455	41,4265	0,0626	4,2067
Híbridos (H)	2	6,6694**	570,8160**	277,3897**	0,0374**	1422,4000**	1240,0000	3,3907**	61,9741**	0,0404	1,2191*
Erro a	8	0,2458	13,8975	5,0718	0,0035	94,4000	332,0000	0,1227	4,2867	0,0114	0,2524
Períodos (P)	5	0,7311	52,5751**	6,6044	0,0004	36,1600	400,9600	0,0183*	0,3177	0,0025	0,0443
(H) x (P)	10	0,1961	8,7501	10,5513	0,0015	26,5600	151,3600	0,0865	1,3386	0,0009	0,0467
Erro b	60	0,6619	10,3043	11,1986	0,0010	32,1600	179,3600	0,0433	1,7213	0,0019	0,0524
Coeficiente de Variação (a) (%)	0,50	4,80	2,75	4,12	8,73	10,49	3,11	24,55	11,16	32,09	
Coeficiente de Variação (b) (%)	0,82	4,13	4,09	2,22	5,09	7,71	1,85	15,56	4,55	14,63	

**,: significativo a 1% e 5 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

TABELA 9 – Dados de germinação, teste de frio modificado (TFM) emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), tempo inicial, final e médio (horas), coeficiente de variação do tempo (CVt), sincronia e incerteza obtidos no experimentos com sementes de três híbridos de milho submetidas a períodos distintos de permanência em duas posições no palete durante o transporte em caminhão graneleiro enlonado — Uberlândia, MG, 2013

Variáveis	Híbridos ¹				
	H1		H2		H3
	Posição Superior				
Germinação (%)	96,6	A	97,4	A	96,6 A
Emergência (%)	90,7	B	94,1	A	95,9 A
TFM (%)	87,5	C	95,8	A	92,1 B
IVE (plântulas horas ⁻¹)	1,55	B	1,45	B	1,68 A
Tempo Inicial (horas)	109,2	A	122,8	B	107,2 A
Tempo Final (horas)	177,6	A	182,0	A	173,2 A
Tempo Médio (horas)	124,9	A	138,2	B	123,7 A
CVt (%)	10,26	B	7,52	AB	9,82 A
Sincronia	0,373	B	0,492	A	0,356 B
Incerteza (Bit)	1,73	B	1,43	A	1,74 B
Posição Inferior					
Germinação (%)	98,3	B	98,9	A	99,2 A
Emergência (%)	95,5	B	98,4	A	98,5 A
TFM (%)	90,8	B	97,4	A	96,1 A
IVE (plântulas horas ⁻¹)	1,62	AB	1,52	B	1,72 A
Tempo Inicial (horas)	108,4	A	119,2	B	106,4 A
Tempo Final (horas)	178,4	A	176,4	A	166,4 A
Tempo Médio (horas)	125,0	A	137,6	B	123,2 A
CVt (%)	9,61	B	6,83	A	8,85 B
Sincronia	0,373	A	0,510	A	0,383 A
Incerteza (Bit)	1,72	B	1,33	A	1,64 AB

¹ Médias seguidas por letra distinta na linha diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

No tempo final para concluir a emergência se nota que, independentemente da posição das sementes no transporte, não houve diferença entre os híbridos. Embora tenha concluído sua emergência ao mesmo tempo em que os demais, o híbrido H2 germinou mais lentamente, constatado pelo tempo maior para iniciar a emergência e, logo, pelo tempo médio maior. Mas os híbridos H2 e H3 apresentaram mais dispersão da emergência e, por consequência, maiores coeficientes de variação do tempo e incerteza maiores e valores de sincronia menores (TABELA 9).

A Figura 8 apresenta o comportamento da germinação, emergência, vigor, índice de velocidade de emergência, tempo inicial, tempo médio de emergência e coeficiente de variação do tempo em porcentagem das sementes submetidas a diferentes períodos de permanência na parte superior do palete durante o transporte em caminhão graneleiro enlonado. Pode-se observar que essas variáveis sofreram a ação do período de permanência no transporte. O coeficiente de variação do tempo e os tempos final e médio de emergência aumentaram linearmente com o aumento do número de horas em

que as sementes permaneceram no interior da carroceria durante o transporte; isso indica que as sementes sofreram influência das condições do ambiente de transporte, que interferiram negativamente na qualidade das sementes.

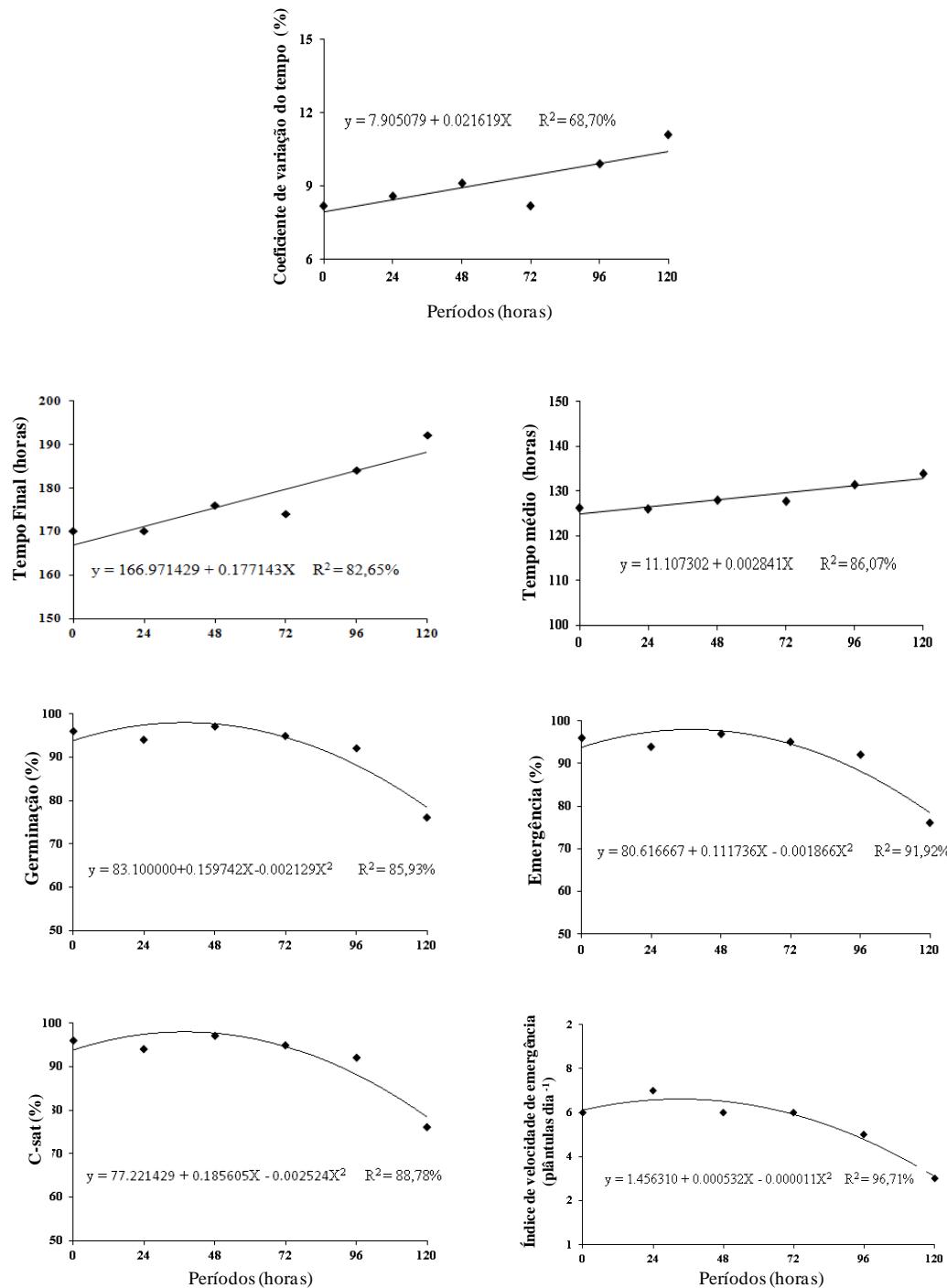


FIGURA 8 – Comportamento da germinação, emergência, vigor, índice de velocidade de emergência, tempo final, tempo médio de emergência e coeficiente de variação do tempo das sementes em função do período de permanência durante o transporte na posição superior do palete em caminhão graneleiro enlonado — Uberlândia, MG, 2013

Ainda com base na Figura 8, segundo o modelo que mais se ajustou, pode-se inferir que as variáveis germinação, emergência, teste de frio modificado e IVE apresentaram um pequeno incremento inicial, atingindo os pontos de máxima após 36,5 horas, 29,9 horas, 36,7 horas e 24,2 horas, respectivamente, depois de ter iniciado o transporte. Em seguida, reduziu significativamente à medida que aumentou o período de permanência no transporte. Assim, num período de transporte de 120 horas, as sementes chegariam ao cliente final com porcentagens de germinação abaixo do padrão recomendado para comercialização de sementes de milho, que é de 85%. Quando as sementes foram transportadas na posição inferior do palete, o período de permanência durante o transporte interferiu só no vigor, avaliado pelo teste de frio modificado, e no tempo médio de emergência (TABELA 8).

A Figura 9 mostra que o vigor caiu lentamente com o período de permanência no transporte. A Tabela 10 contém médias dos dados do tempo médio de emergência envolvendo sementes de três híbridos de milho submetidas a períodos distintos de permanência durante o transporte na posição inferior do palete em caminhão graneleiro enlonado. A opção pela comparação de médias se justifica porque não ocorreu o ajuste para a regressão e porque informações intermediárias não são importantes. Observa-se que não houve diferenças significativas com a permanência no transporte, embora a anova tenha detectado efeito significativo para essa variável.

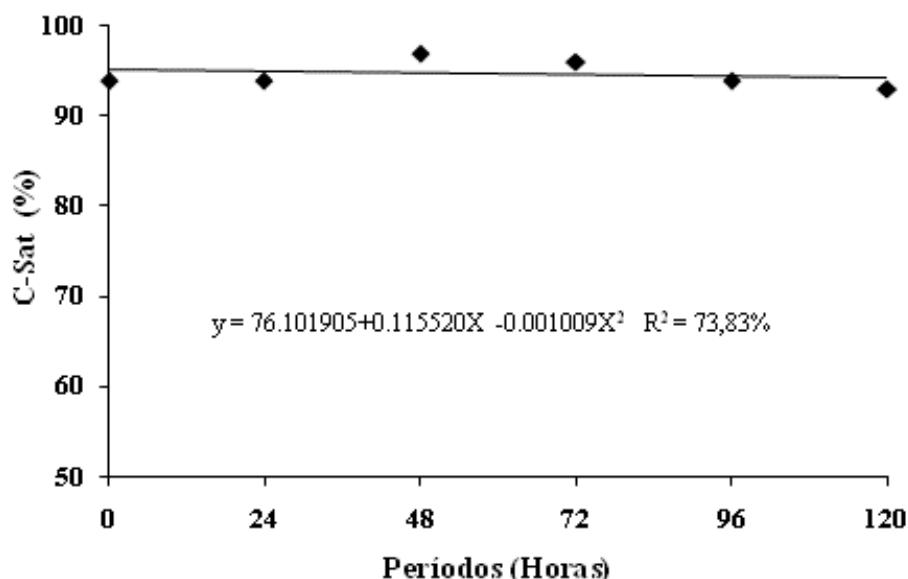


FIGURA 9 – Comportamento do vigor em porcentagem das sementes em função do período de permanência durante o transporte na parte inferior do palete em caminhão graneleiro — Uberlândia, MG, 2013

TABELA 10 – Médias dos dados do tempo médio de emergência envolvendo sementes de três híbridos de milho submetidas a períodos de permanência durante o transporte na posição inferior do palete em caminhão graneleiro enlonado — Uberlândia, MG, 2013

Períodos (horas)	Tempo médio de emergência (horas) ¹
0	129,8 A
24	128,1 A
48	129,9 A
72	127,5 A
96	128,0 A
120	128,2 A

¹ Médias seguidas por letra distinta na coluna diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.3 Análises conjuntas

As fontes de variação período (P) e híbridos (H) e a interação (P) *versus* (H) não serão discutidas porque já foram avaliadas nas análises individuais e porque o objetivo das análises conjuntas é avaliar tanto as posições no palete durante o transporte das sementes em cada caminhão quanto os caminhões usados no transporte para cada posição das sementes no palete.

4.3.1 Comparação de posições de sementes no palete durante transporte em caminhão baú

A Tabela 11 resume as análises de variância conjunta dos dados de germinação, vigor, emergência, índice de velocidade de emergência, tempo inicial e final, coeficiente de variação do tempo, sincronia e incerteza. Esses dados advêm dos experimentos com sementes de híbridos de milho conduzidas nas posições superior e inferior do palete e submetidas a períodos distintos permanência durante o transporte em caminhão baú. Nota-se que a posição das sementes no palete não interferiu em nenhuma das variáveis avaliadas. Quanto às interações, só foi significativa a (P) *versus* (PO) *versus* (H) para o coeficiente de variação do tempo.

TABELA 11 – Resumo das análises de variância conjunta dos dados de germinação, teste de frio modificado (TFM), emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), tempo inicial e final, coeficiente de variação do tempo (CVt), sincronia e incerteza obtidos nos experimentos com sementes de híbridos de milho conduzidas nas posições superior e inferior do palete e submetidas a períodos de permanência durante o transporte em caminhão baú — Uberlândia, MG, 2013

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios								
		Germinação	TFM	Emergência	IVE	Tempo		CVt	Sincronia	Incerteza
						Inicial	Final			
Blocos	8	0,8527	6,4861	143,8611	3,2248	11978,0000	47471,2000	40,0393	0,2751	3,9577
Posição(PO)	1	0,0055	12,2722	6,05000	0,0435	39,2000	135,2000	0,6242	0,0002	0,0072
Híbridos (H)	2	22,4055**	768,6888**	443,3722**	0,5111**	2662,4000**	2902,4000	76,2406**	0,1321	1,0163*
(H) x (PO)	2	1,3722	6,1555	10,5500	0,0125	243,2000	60,8000	17,8682	0,0592	0,5457
Erro 1	16	0,7152	9,1652	52,7111	0,0270	93,8000	163,6000	11,0643	0,0441	0,2725
Períodos (P)	5	0,5388	18,5388**	8,6055	0,0038	33,4400	409,7600	0,9025	0,0063	0,0610
(P) x (PO)	5	0,5388	3,1788	16,4633	0,0055	52,6400	302,2400	2,42608	0,0121	0,0844
(P) x (H)	10	0,4722	3,2222	13,4788	0,0074	34,8800	373,600	3,4682	0,0057	0,0480
(P) x (PO) x (H)	10	0,1055	3,3822	9,7633	0,0084	34,8800	296,9600	5,4046*	0,0126	0,0963
Erro 2	179	0,6277	4,2488	7,2477	0,0055	23,2000	238,2400	2,4873	0,0079	0,0677
Coeficiente de variação (a)		0,85	3,19	7,47	10,15	8,65	7,40	38,13	50,28	33,03
Coeficiente de variação (b)		0,80	2,17	2,77	4,58	4,30	8,93	18,08	21,36	16,47

**,*: significativo a 1% e 5 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

TABELA 12 – Coeficiente de variação do tempo (CVt) obtido nos experimentos conduzidos nas posições superior e inferior do palete para avaliar alterações na qualidade das sementes de três híbridos de milho submetidas a diferentes períodos de permanência durante o transporte em caminhão baú — Uberlândia, MG, 201

Híbridos	Períodos	Posição no palete	
		Inferior	Superior
H1	0	8,66 A	8,80 A
	24	12,66 B	8,12 A
	48	10,34 B	8,23 A
	72	9,58 A	9,24 A
	96	9,34 A	9,54 A
	120	8,78 A	10,0 A
H2	0	8,42 A	8,44 A
	24	6,62 A	7,62 A
	48	6,46 A	7,66 A
	72	6,64 A	8,04 A
	96	6,84 A	8,16 A
	120	6,74 A	7,48 A
H3	0	8,86 A	9,20 A
	24	8,96 A	10,30 A
	48	9,80 A	9,26 A
	72	9,22 A	9,46 A
	96	10,38 A	8,96 A
	120	9,76 A	9,48 A

¹ Médias seguidas por letras distintas na linha diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A Tabela 12 contém médias dos dados de coeficiente de variação do tempo obtidos nos experimentos conduzidos nas posições superior e inferior do palete para avaliar alterações na qualidade das sementes de três híbridos de milho submetidas a períodos distintos de permanência durante o transporte em caminhão baú. Quando as sementes do híbrido H1 foram transportadas na parte inferior, o coeficiente de variação do tempo de emergência foi significativamente maior do que quando transportadas na posição superior nos períodos 24 horas e 48 horas de permanência. Isso indica que essas sementes tendem a ter dispersão maior de emergência em torno do tempo médio. Nos híbridos H2 e H3 não houve interferência da posição das sementes no caminhão.

A Figura 10 mostra o comportamento de germinação e vigor (teste de frio modificado) em função dos períodos de permanência durante o transporte e as oscilações de temperatura no interior do caminhão baú e no ambiente externo. A temperatura interna máxima da carga na parte superior do palete atingiu quase 40°C; na parte inferior, não passou de 38°C. Assim, quase não houve alteração na germinação e no vigor. Na Tabela 13 estão as médias das demais variáveis às quais não houve efeito

significativo na posição e interações com as demais fontes de variação; a posição das sementes no interior do caminhão baú não interferiu na germinação, no vigor (teste de frio modificado) nem nas demais variáveis da estatística da emergência.

TABELA 13 – Médias dos dados de germinação, teste de frio modificado (TFM), emergência, índice de velocidade de emergência (IVE) tempo inicial e final de emergência, sincronia e incerteza obtidos nos experimentos conduzidos nas posições superior e inferior do palete durante o transporte em caminhão baú — Uberlândia, MG, 2013

Variáveis	Superior		Inferior	
Germinação (%)	99,0	A	99,1	A
TFM (%)	94,7	A	95,2	A
Emergência (%)	96,8	A	97,3	A
IVE (plântulas horas ⁻¹)	1,63	A	1,61	A
Tempo inicial (horas)	111,5	A	112,4	A
Tempo final (horas)	173,7	A	172,4	A
Sincronia	0,42	A	0,42	A
Incerteza (bit)	1,57	A	1,58	A

¹ Médias seguidas por letras distintas na linha diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

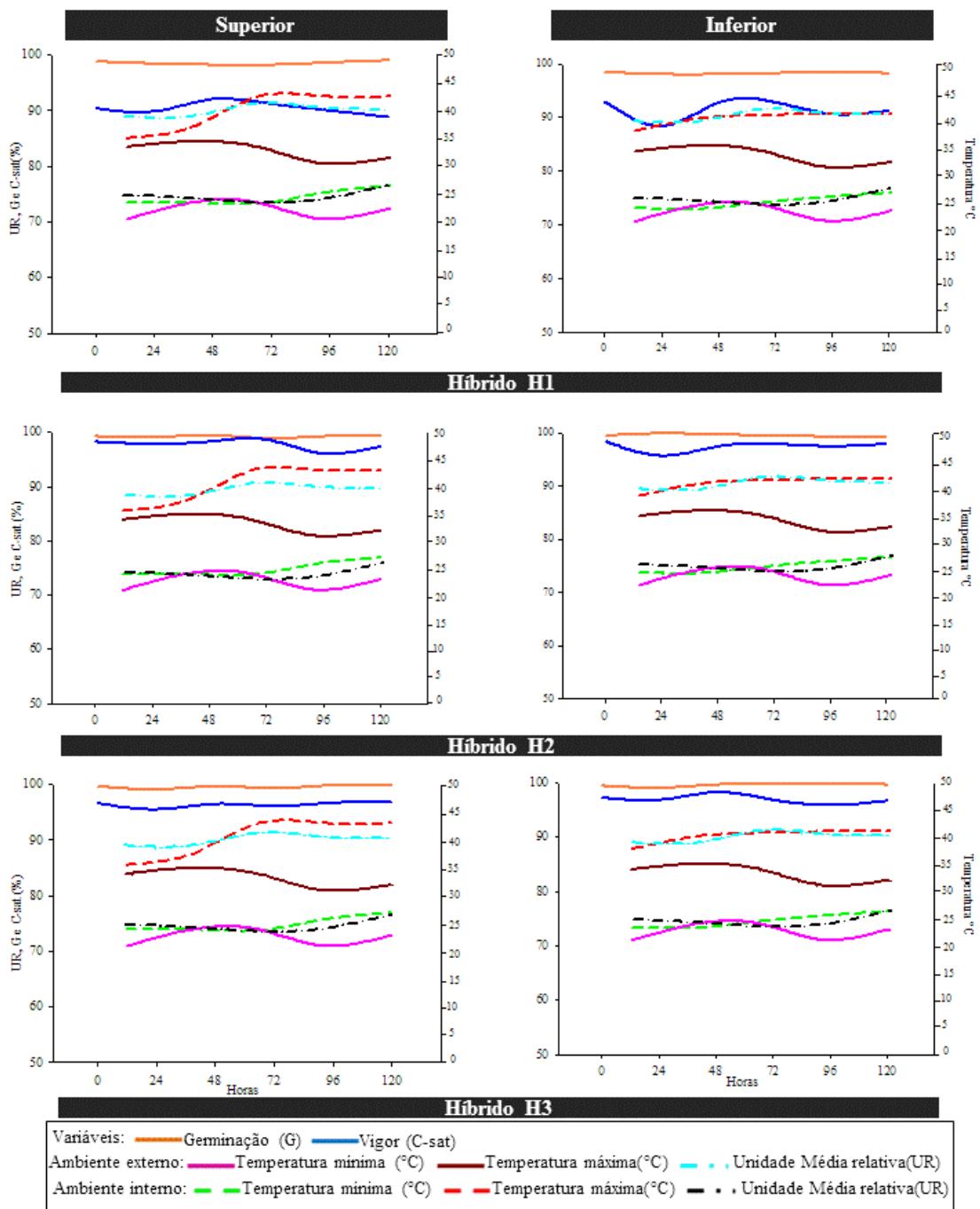


FIGURA 10 – Comportamento da germinação e do vigor (teste de frio modificado) em função dos períodos de permanência durante o transporte e as oscilações de temperatura no interior do caminhão baú e no ambiente externo — Uberlândia, MG, 2013

4.3.2 Comparação de posições das sementes no palete durante o transporte em caminhão graneleiro enlonado

A Tabela 14 resume as análises de variância conjunta dos dados do teste germinação e do teste de frio modificado, emergência, índice de velocidade de emergência, tempo inicial, final e médio, coeficiente de variação do tempo, sincronia e incerteza. Os dados são provenientes de experimentos com sementes de híbridos de milho conduzidos nas posições superior e inferior do palete e submetidas a diferentes períodos de permanência durante o transporte em caminhão graneleiro enlonado.

Na fonte de variação posição, que interessa a esta análise, observa-se efeito significativo para germinação, teste de frio modificado e emergência. A interação período de permanência–posição das sementes no palete durante o transporte foi significativa para germinação, vigor (teste de frio modificado), emergência, índice de velocidade de emergência, tempo final de emergência, tempo médio de emergência e coeficiente de variação do tempo. A interação posição–híbridos não foi significativa.

O estudo do desdobramento para comparar as médias apresentadas na Tabela 15 mostra que sementes transportadas em caminhão graneleiro enlonado perdem germinação e vigor quando avaliadas pelo teste de frio modificado durante sua permanência na parte superior do palete por 120 horas. Mas, na semeadura em areia, emergência e IVE foram menores a partir de 96 horas de permanência, indicando mais sensibilidade desses testes.

O teste de vigor (teste de frio modificado) (TABELA 15), cuja condução ocorre em baixas temperaturas, mostrou uma queda acentuada no vigor das sementes com 120 horas de permanência na parte superior do palete. Esse resultado converge para os achados de Herter e Burris (1989), os quais afirmam que danos provenientes de temperaturas altas ou frias estão relacionados com a perda de vigor e que altas temperaturas podem danificar as membranas, logo as sementes poderão ser menos tolerantes ao frio. Justificam a queda no desempenho das sementes as temperaturas elevadas a que estas foram expostas quando transportadas na posição superior do palete, junto à lona que cobre a carroceria.

TABELA 14 – Resumo das análises de variância dos dados de germinação, teste de frio modificado (TFM), emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), tempo inicial, final e médio, coeficiente de variação do tempo (CVt), sincronia e incerteza, obtidos nos experimentos com sementes de híbridos de milho, conduzidos nas posições superior e inferior do palete, e submetidas a períodos de permanência, durante o transporte em caminhão graneleiro — Uberlândia, MG, 2013

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios									
		Germinação	TFM	Emergência	IVE	Tempo			CVt	Sincronia	Incerteza
						Inicial	Final	Médio			
Blocos	8	8,6081	37,4583	95,3873	2,8837	12519,2000	54532,4000	20397,0351	39,6611	0,2385	3,8830
Posição(PO)	1	368,8259**	454,4222**	897,3533**	0,1484	135,2000	672,8000	4,0800	26,5267	0,0072	0,1953
Híbridos (H)	2	106,4830**	851,8222**	676,8877**	0,6325**	3544,8000**	1570,4000*	3780,7727**	126,5885**	0,3456**	2,1617**
(H) x (PO)	2	8,0882	22,4222	36,2659	0,0078	39,2000	250,4000	2,2823	0,4660	0,0030	0,0403
Erro 1	16	15,9594	26,5875	14,5758	0,0196	113,0000	415,4000	86,7208	7,1056	0,0344	0,1749
Períodos (P)	5	249,8598**	578,5288**	273,4698**	0,0920**	36,0000	1006,8800**	65,1649	11,9830**	0,0064	0,1411
(P) x (PO)	5	278,9569**	401,5022**	290,7868**	0,1174**	41,1200	542,2400*	97,7887**	8,9071*	0,0062	0,0968
(P) x (H)	10	9,47165	25,8822	14,0202	0,0033	19,6800	216,8000	38,3901	2,6138	0,0067	0,0689
(P) x(PO)x(H)	10	10,9703	33,9622	22,2886	0,0104	43,0400	235,0400	31,0108	2,1068	0,0056	0,0552
Erro 2	179	11,2584	27,3644	23,9178	0,0111	30,1600	216,8000	28,7539	3,2794	0,0084	0,0773
Coeficiente de variação (a)		4,82	5,52	4,79	8,82	9,47	11,60	7,23	30,23	44,85	26,09
Coeficiente de variação (b)		4,05	5,60	6,14	6,65	4,89	8,38	6,72	20,54	22,16	17,35

**, *: significativo a 1% e 5 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

TABELA 15 – Médias dos dados de germinação, teste de frio modificado, emergência, índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência e coeficiente de variação do tempo, obtidos nos experimentos conduzidos nas posições superior *versus* inferior do palete para avaliar as alterações na qualidade das sementes de três híbridos de milho submetidas a diferentes períodos de permanência, durante o transporte em caminhão graneleiro enlonado — Uberlândia, MG, 2012

Período de permanência (horas)	Tipos de posição ¹			
	Superior		Inferior	
Germinação(%)				
0	98,9	A	99,0	A
24	98,7	A	98,7	A
48	98,8	A	99,0	A
72	98,5	A	99,0	A
96	97,8	A	98,6	A
120	86,5	B	99,0	A
TFM (%)				
0	96,1	A	94,0	A
24	94,4	A	94,4	A
48	96,6	A	97,0	A
72	95,4	A	96,3	A
96	92,5	A	94,4	A
120	75,8	B	93,7	A
Emergência (%)				
0	97,2	A	97,5	A
24	97,3	A	97,7	A
48	95,9	A	97,8	A
72	96,4	A	96,4	A
96	92,4	B	97,7	A
120	81,3	B	97,0	A
Índice de velocidade de emergência (plântulas horas ⁻¹)				
0	1,64	A	1,61	A
24	1,66	A	1,61	A
48	1,61	A	1,62	A
72	1,61	A	1,61	A
96	1,45	B	1,63	A
120	1,35	B	1,63	A
Tempo final de emergência (horas)				
0	165,6	A	170,4	A
24	172,0	A	169,6	A
48	178,4	A	176,0	A
72	174,4	A	173,6	A
96	180,0	A	174,0	A
120	196,0	B	172,0	A

Continuação da Tabela 15

	Tempo médio de emergência (horas)			
0	126,2	A	129,8	A
24	126,1	A	128,1	A
48	127,9	A	129,9	A
72	127,5	A	127,8	A
96	128,0	A	129,5	A
120	133,9	B	128,2	A
	Coeficiente de variação do tempo (%)			
0	8,16	A	8,27	A
24	8,67	A	8,29	A
48	9,67	A	8,63	A
72	8,41	A	8,20	A
96	9,99	B	8,45	A
120	11,15	B	8,56	A

¹ Médias seguidas por letra distinta na linha diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Figura 11 estão os dados sobre comportamentos de germinação e vigor (teste de frio modificado) em função do período de permanência durante o transporte e as oscilações de temperatura no interior do caminhão graneleiro enlonado e no ambiente externo. A temperatura máxima interna da carga na parte superior do palete chegou a 64°C, às vezes a 74,3°C. Associada com o tempo de permanência das sementes no transporte, essa temperatura reduziu a germinação e o vigor a partir de 96 horas de permanência. A Figura ainda mostra que, na parte inferior, a temperatura máxima não passou de 38°C — por isso a germinação e o vigor praticamente não foram alterados — e que a diferença entre o ambiente interno e o externo é muito menor que na parte superior.

Segundo Baudet (2003), a deterioração natural das sementes proporciona redução na germinação, porém é possível retardar sua velocidade por meio do manejo correto das condições de armazenamento e transporte. Durante o transporte, uma das formas de minimizar os danos seria usar mantas térmicas e lonas brancas; mas não há estudos científicos comprovando a manutenção da qualidade das sementes. Por se tratar de órgãos vivos, que têm taxas respiratórias, as sementes — assim como as frutas — exigem procedimentos simples para ajudar a conservá-las em boas condições durante o transporte; por exemplo: realizar o transporte nas horas mais frias do dia ou então transportá-los à noite, sempre deixar espaço para ventilação interna e procurar usar lonas brancas para proteger a carga. Além disso, recomenda-se não transportar simultaneamente produtos incompatíveis para que a carga não seja prejudicada (LUENGO et al., 2007).

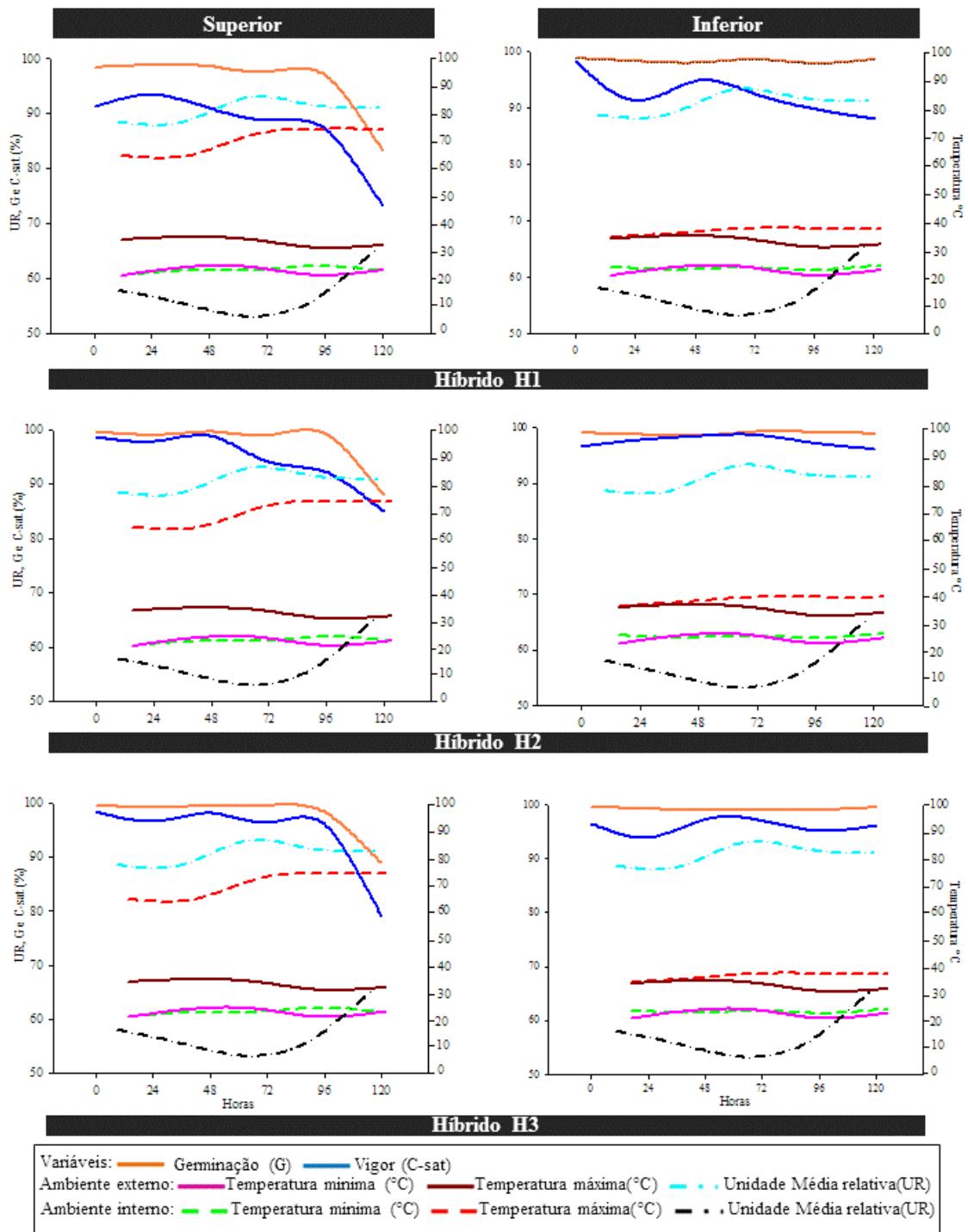


FIGURA 11 – Comportamento da germinação e do vigor (teste de frio modificado) em função dos períodos de permanência durante o transporte e as oscilações de temperatura no interior do caminhão graneleiro enlonado e no ambiente externo — Uberlândia, MG, 2013

O estudo do vigor avaliado pelo índice de velocidade de emergência mostrou, também, a queda do número de plântulas emergidas por hora, porém a partir de 96 horas o teste foi mais eficiente para detectar alterações no vigor das sementes de milho, provavelmente porque avalia o processo de emergência de plântula por plântula (TABELA 15). A emergência rápida e uniforme é central para a cultura do milho porque este é uma espécie cujo ciclo é determinado pela soma térmica; assim, uma emergência desuniforme ocasionaria heterogeneidade entre as plantas, isto é, desuniformidade na maturação, pois plantas que emergem precocemente acumulam mais rapidamente as unidades de calor necessárias para completar seu ciclo de crescimento e maturação (LUDWIG et al., 2009).

O tempo final e médio de emergência foi maior no período de 120 horas para sementes transportadas na parte superior do palete em caminhão graneleiro enlonado. Isso indica que levaram mais tempo para concluir o processo de emergência (TABELA 15). O coeficiente de variação do tempo que mede a dispersão da emergência em torno do tempo médio mostrou dispersão maior para médias obtidas nos períodos de 96 horas e 120 horas de permanência no caminhão na parte superior do palete. Isso confirma que sementes expostas a condições de transporte não favorável tendem a apresentar emergência desuniforme (TABELA 15).

A Tabela 16 apresenta médias das variáveis que não tiveram efeito significativo da posição em que foram transportadas no caminhão graneleiro enlonado.

TABELA 16 – Médias dos dados do tempo inicial de emergência, sincronia e incerteza obtido nos experimentos conduzidos nas posições superior e inferior do palete, durante o transporte em caminhão graneleiro enlonado — Uberlândia, MG, 2013

Variáveis	Superior	Inferior
Tempo inicial (horas)	113,1 A	111,4 A
Sincronia	0,41 A	0,41 A
Incerteza (bit)	1,64 A	1,57 A

¹ Médias seguidas por letras distintas na linha diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.3.3 Comparação de tipos de transporte com as sementes na posição inferior do palete

A Tabela 17 apresenta o resumo das análises de variância conjunta dos dados de germinação, teste de frio modificado, emergência, índice de velocidade de emergência, tempo inicial, final e médio, coeficiente de variação do tempo, sincronia e incerteza. Os dados foram obtidos nos experimentos conduzidos em caminhão baú e caminhão graneleiro enlonado com sementes de híbridos de milho submetidas a diferentes períodos de permanência durante o transporte na posição inferior do palete. Quanto à fonte de variação transporte, exerceu efeito significativo apenas para a variável coeficiente de variação do tempo. As interações do tipo de transporte com híbridos e com períodos não foram significativas. A interação tripla entre período de permanência, tipos de transporte e híbridos foi significativa para as variáveis tempo inicial de emergência e coeficiente de variação do tempo.

Na Tabela 18 estão as médias dos dados de tempo inicial de emergência e coeficiente de variação do tempo obtidos nos experimentos conduzidos na posição inferior do palete em caminhões baú e caminhão graneleiro enlonado visando avaliar alterações na qualidade de sementes de três híbridos de milho submetidas a períodos diferentes de permanência durante o transporte. A variável tempo inicial de emergência mostrou que quase não houve diferenças entre o caminhão baú e o graneleiro enlonado, exceto para H1 no período de 24 horas e 72 horas, quando ocorreu retardamento da emergência para sementes submetidas ao transporte em caminhão graneleiro; e no H2, em que o inverso foi constatado: no período de 72 horas houve retardamento do tempo inicial para sementes transportadas em caminhão baú.

Para o coeficiente de variação do tempo — vide Tabela 18 —, ocorreu diferença significativa só para o híbrido H1 no período de 24 horas transportado em caminhão baú, onde houve dispersão maior de emergência em torno do tempo médio de emergência. A rapidez e o sincronismo da emergência são muito importantes porque permitem reduzir o grau de exposição das sementes e das plântulas a fatores adversos (MARCOS FILHO, 2005).

TABELA 17 – Resumo das análises de variância conjunta dos dados de germinação, teste de frio modificado (TFM), emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), tempo inicial, final e médio, coeficiente de variação do tempo (CVt), sincronia e incerteza obtidos nos experimentos conduzidos em caminhão baú e graneleiro enlonado com sementes de híbridos de milho submetidas a diferentes períodos de permanência durante o transporte na posição inferior do palete — Uberlândia, MG, 2013

Fontes de Variação	Graus De Liberdade	Quadrados Médios									
		Germinação	TFM	Emergência	IVE	Tempo			CVt	Sincronia	Incerteza
						Inicial	Final	Médio			
Blocos	8	0,5527	16,1527	87,5833	2,9665	11555,2000	47387,2000	18240,2794	41,8966	0,2305	3,6335
Transporte(T)	1	0,0000	2,4500	22,0500	0,0049	51,2000	135,2000	161,5013	5,4427**	0,0000	0,0078
Híbridos (H)	2	12,6000**	799,6166**	345,9388**	0,5124*	3480,8000**	2307,2000**	340,5146**	137,0861	0,3244*	2,5739**
(T) x (H)	2	0,0666	2,7166	32,8500	0,0289	34,4000	3,2000	106,5842	1,0527	0,0051	0,0062
Erro 1	16	0,2777	12,7361	40,2208	0,0191	97,6000	212,2000	174,9012	4,4755	0,0440	0,2331
Períodos (P)	5	1,0533	26,8766**	21,7788*	0,0048	32,0000	548,0000*	36,0838	0,8494	0,0015	0,0327
(P) x (T)	5	0,7866	7,2500	4,6233	0,0027	45,4400	321,4400	26,0489	1,4028	0,0091	0,0613
(P) x (H)	10	0,2133	9,2233	20,2855**	0,0099*	15,2000	345,9200	31,5082	4,1271*	0,0065	0,0643
(P)x(T)x(H)	10	0,3333	2,6166	5,0233	0,0036	51,6800*	209,6000	54,1116	3,9700**	0,0047	0,0458
Erro 2	179	0,6361	5,9650	7,6283	0,0041	26,4000	212,8800	88,4097	1,8241	0,0060	0,0522
Coeficiente de variação (a)	0,53	3,76	6,52	8,58	8,83	8,43	10,36	24,58	50,03	30,62	
Coeficiente de variação (b)	0,81	2,57	2,84	3,99	4,59	8,44	7,37	15,69	18,54	14,49	

**,*: significativo a 1% e 5 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

TABELA 18 – Médias dos dados de tempo inicial de emergência e coeficiente de variação do tempo obtidos nos experimentos conduzidos na posição inferior do palete em caminhões baú e graneleiro enlonado visando avaliar as alterações na qualidade de sementes de três híbridos de milho submetidas a diferentes períodos de permanência durante o transporte — Uberlândia, MG, 2013

Híbridos	Períodos	Tempo inicial de emergência		Coeficiente de variação do tempo	
		Caminhões		Caminhões	
		Baú	Graneleiro	Baú	Graneleiro
H1	0	108,0	A	8,66	A
	24	105,6	A	12,66	B
	48	108,0	A	10,34	A
	72	105,6	A	9,58	A
	96	108,0	A	9,34	A
	120	108,0	A	8,78	A
H2	0	122,4	A	6,44	A
	24	124,8	A	6,62	A
	48	124,8	A	6,46	A
	72	124,8	B	6,64	A
	96	120,0	A	6,58	A
	120	115,2	A	6,74	A
H3	0	105,6	A	8,86	A
	24	110,4	A	8,96	A
	48	105,6	A	9,80	A
	72	105,6	A	9,22	A
	96	108,0	A	10,38	A
	120	105,6	A	9,76	A

¹ Médias seguidas por letra distinta na linha diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Tabela 19, encontram-se as médias das demais variáveis, mostrando que o tipo de transporte para sementes transportadas na parte inferior do palete não influenciou significativamente nestas variáveis.

TABELA 19 – Médias dos dados de germinação, teste de frio modificado (TFM), emergência, índice de velocidade de emergência, tempo final e médio de emergência, sincronia e incerteza obtidos nos experimentos conduzidos nas posições inferior do palete durante o transporte em caminhão baú e graneleiro — Uberlândia, MG, 2013

Variáveis	Baú	Graneleiro
Germinação(%)	99,1 A	99,1 A
TFM (%)	94,7 A	94,9 A
Emergência (%)	96,9 A	97,7 A
IVE (plântulas horas ⁻¹)	1,61 A	1,62 A
Tempo final (horas)	172,0 A	173,7 A
Tempo médio (horas)	126,7 A	128,6 A
Sincronia	0,42 A	0,42 A
Incerteza (bit)	1,58 A	1,57 A

¹ Médias seguidas por letra distinta na linha diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.3.4 Comparação de tipos de transporte com as sementes na posição superior do palete

A Tabela 20 resume as análises de variância conjunta dos dados de germinação, teste de frio modificado, emergência, índice de velocidade de emergência, tempo inicial, final e médio, coeficiente de variação do tempo, sincronia e incerteza. Os dados provêm de experimentos, conduzidos na posição superior do palete em caminhão baú e graneleiro enlonado, com sementes híbridas de milho submetidas a períodos diversos de permanência durante o transporte. Houve interação significativa do períodos de permanência com o tipo de transporte para estas variáveis: germinação, teste de frio modificado, emergência índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência e coeficiente de variação do tempo.

Na Tabela 21 estão as médias dos dados de germinação, teste de frio modificado, emergência, índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência e coeficiente de variação do tempo. Os dados foram obtidos nos experimentos conduzidos em caminhão baú e graneleiro para avaliar alterações na qualidade de sementes de três híbridos de milho submetidas a diferentes períodos de permanência durante o transporte na posição superior do palete. Para emergência, índice de velocidade de emergência e coeficiente de variação do tempo houve perda de vigor das sementes transportadas na parte superior do palete em caminhão graneleiro nos períodos de 96 horas e 120 horas; o reflexo na germinação, no teste de frio modificado e no tempo médio de emergência foi observado só para o período de 120 horas. Isso evidencia que o transporte na parte superior do palete em caminhão graneleiro provoca queda na germinação e no vigor com a permanência no trajeto. Essa redução de germinação e vigor resulta, sobretudo, da temperatura, como se vê nas figuras 10 e 11: as temperaturas registradas no ambiente interno da carga na posição superior do palete no caminhão graneleiro foram superiores àquelas registradas na mesma posição no caminhão baú.

Cabe ressaltar que a redução no vigor resulta do processo de deterioração das sementes, que diminui a qualidade delas. Mas a deterioração é gradativa, isto é, manifesta-se numa sequência de eventos bioquímicos ou fisiológicos. De início, os danos incidem no sistema de permeabilidade das membranas, caracterizando um primeiro evento que se relaciona com o aumento da taxa respiratória dos tecidos, com mudanças na atividade enzimática, com redução de tecidos de reserva, com queda na velocidade e capacidade de germinação e com diminuição no crescimento de plântulas normais (SANTOS; MENEZES; VILLELA, 2004).

TABELA 20 – Resumo das análises de variância conjunta dos dados de germinação, teste de frio modificado (TFM), emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), tempo inicial, final e médio, coeficiente de variação do tempo (CVt), sincronia e incerteza obtidos nos experimentos com sementes híbridas de milho submetidas a períodos de permanência durante o transporte e conduzidos na posição superior do palete em caminhão baú e graneleiro enlonado — Uberlândia, MG, 2013

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios									
		Germinação	TFM	Emergência	IVE	Tempo			CVt	Sincronia	Incerteza
						Inicial	Final	Médio			
Blocos	8	8,2158	21,0392	207,0588	3,1450	12942,0000	54134,0000	21002,4444	37,8037	0,2831	4,1628
Transporte(T)	1	403,4415**	336,9110**	943,7548**	0,2568**	115,2000	540,8000	24,2000	13,0142	0,0040	0,1830
Híbridos (H)	2	160,2555**	1166,3753**	891,5318**	0,5393**	2727,2000**	1769,6000*	3279,5722**	68,0051*	0,1403*	0,8554*
(T) x (H)	2	7,8757	13,7935	31,4463	0,0160	247,2000	396,8000	25,0166	15,0193	0,0700	0,3800
Erro 1	16	18,0406	11,3784	18,8818	0,0227	109,2000	363,2000	97,0027	13,6943	0,0345	0,2204
Períodos (P)	5	268,5086**	411,9724**	287,2200**	0,1175**	55,0400	932,4800**	74,7422*	10,7021*	0,0128	0,1552
(P) x (T)	5	252,0997**	339,0814**	278,4899**	0,0959**	30,7200	483,2000	81,0666*	11,2643*	0,0076	0,1275
(P) x (H)	10	9,1856	17,6617	15,4631	0,0068	44,0000	237,4400	23,6922	1,2549	0,0108	0,0736
(P)x(T)x(H)	10	15,4838	14,0172	15,3725	0,0051	21,6000	344,9600	7,8433	4,2415	0,0085	0,0786
Erro 2	179	10,9439	15,1653	23,4010	0,0133	26,9600	241,6800	25,7800	3,9426	0,0103	0,0968
Coeficiente de variação (a)	5,12	4,42	5,45	9,45	9,31	10,84	7,66	41,42	45,10	29,24	
Coeficiente de variação (b)	3,99	5,10	6,07	7,23	4,62	8,84	3,95	22,23	24,66	19,38	

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

TABELA 21 — Médias dos dados de germinação, teste de frio modificado (TFM), emergência, índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência e coeficiente de variação do tempo obtidos nos experimentos conduzidos em caminhão baú e graneleiro para avaliar alterações na qualidade de três híbridos de milho submetidos a diferentes períodos de permanência durante o transporte na posição superior do palete Uberlândia, MG, 2013

Período de Permanência (horas)	Tipos de transporte (caminhões) ¹			
	Baú		Graneleiro	
	Germinação (%)			
0	98,9	A	98,9	A
24	98,7	A	98,7	A
48	98,8	A	99,0	A
72	98,8	A	98,5	A
96	98,9	A	97,8	A
120	98,7	A	86,5	B
TFM (%)				
0	96,0	A	95,8	A
24	93,3	A	94,1	A
48	95,6	A	96,2	A
72	95,6	A	95,1	A
96	94,2	A	92,6	A
120	94,1	A	75,4	B
Emergência (%)				
0	97,2	A	97,5	A
24	97,0	A	97,3	A
48	97,3	A	95,0	A
72	96,4	A	97,0	A
96	96,5	A	92,4	B
120	93,9	A	81,3	B
Índice de velocidade de emergência (plântulas horas ⁻¹)				
0	1,64	A	1,63	A
24	1,63	A	1,67	A
48	1,65	A	1,61	A
72	1,65	A	1,60	A
96	1,62	A	1,50	B
120	1,63	A	1,35	B
Tempo médio de emergência (horas)				
0	127,7	A	126,3	A
24	129,6	A	126,1	A
48	127,3	A	127,9	A
72	127,7	A	127,8	A
96	128,5	A	131,3	A
120	128,1	A	133,9	B
Coeficiente de variação do tempo (%)				
0	8,8	A	8,2	A
24	8,7	A	8,6	A
48	8,4	A	9,1	A
72	8,9	A	8,2	A
96	8,2	A	9,9	B
120	8,9	A	11,1	B

¹ Médias seguidas por letra distinta na linha diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A Tabela 22 apresenta médias para as variáveis tempo inicial e final de emergência, sincronia e incerteza, não afetadas pelo tipo de transporte na posição superior do palete.

TABELA 22 – Médias dos dados de tempo inicial e final de emergência, sincronia e incerteza obtidos nos experimentos conduzidos nas posições superior do palete durante o transporte em caminhão baú e graneleiro — Uberlândia, MG, 2013

Variáveis	Baú	Graneleiro
Tempo inicial (horas)	111,5 A	113,1 A
Tempo final (horas)	174,1 A	177,6 A
Sincronia	0,42 A	0,41 A
Incerteza (<i>bit</i>)	1,57 A	1,64 A

¹ Médias seguidas por letra distinta na linha diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.4 Frequência relativa da emergência

Avaliar a frequência relativa é um modo de verificar o comportamento das sementes no processo de emergência das plântulas (SANTANA; RANAL, 2004). As figuras 1B a 12B mostram o comportamento da frequência relativa da emergência nos quatro experimentos conduzidos nesta pesquisa: 1) posição superior do palete durante o transporte em caminhão baú; 2) posição inferior do palete durante o transporte em caminhão baú; 3) posição superior do palete durante o transporte em caminhão graneleiro; 4) posição inferior do palete durante o transporte em caminhão graneleiro.

Nota-se que o comportamento da distribuição da frequência para os cinco blocos nos quatro experimentos com seus períodos de permanência foi semelhante para os três híbridos de milho avaliados. Mas nos blocos I, II e III, nos quatro experimentos para todos os períodos de permanência e para os três híbridos, houve deslocamento do tempo médio para a direita da moda principal da distribuição da frequência; também apresentaram coeficientes mais elevados de variação do tempo. Isso sugere que para esses blocos houve mais dispersão da emergência em torno do tempo médio. A assimetria da distribuição pode mostrar que a heterogeneidade resulta de uma maioria de sementes que demora a germinar ou de uma minoria que germina rapidamente, conforme a temperatura e umidade em que se encontram (NASSIF; PERREZ 1997).

Para Amaral e Paulilo (1992), a emergência lenta pode ser atribuída ao metabolismo menor para a germinação da semente em temperaturas relativamente baixas.

A Figura 12 mostra temperaturas (mínima e máxima), umidade relativa do ar e precipitação, coletadas na condução do teste de emergência em areia de cada bloco. Durante a execução dos blocos I, II e III, as temperaturas variaram de 11 a 33°C, apresentando baixa umidade relativa do ar e o consequente retardamento da emergência das plântulas; nos blocos IV e V, as temperaturas variaram de 17 a 34°C com umidade relativa do ar mais elevada. Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), temperaturas mais baixas reduzem a velocidade de germinação e alteram a uniformidade de emergência, o que pode ser constatado pelo comportamento da emergência de forma diferenciada dos blocos segundo a época de semeadura.

A emergência de plântulas nos blocos IV e V foi mais homogênea, sendo esta precoce; em dois dias em média as sementes da parcela aptas a emergir já haviam emergido. Também se pode observar tempo médio menor e coeficientes menores de variação do tempo de emergência em relação aos outros blocos.

No experimento cujas sementes provieram da parte superior do palete durante o transporte em caminhão baú (FIG. 1B, 2B e 3B — APÊNDICE B), as sementes submetidas ao período de permanência no caminhão por 120 horas apresentaram porcentagens menores de frequência relativa. Como o transporte pode ser considerado um modo de armazenar, então, dependendo das condições ambientais e do manejo, nessa fase pode haver redução da qualidade fisiológica das sementes pela intensificação do fenômeno da deterioração, processo inexorável e irreversível (HARRINGTON, 1971 ou 1973).

No experimento conduzido na parte inferior do palete durante o transporte em caminhão baú (FIG. 4B, 5B, e 6B — APÊNDICE B), não foi observada porcentagem menor de frequência em função do período de 120 horas de permanência para os híbridos H1 e H2 (FIG. 4B e 5B), como nas sementes transportadas na parte superior do palete no mesmo caminhão. O híbrido H3 (FIG. 6B) apresentou porcentagens menores de frequência relativa para ambos os períodos avaliados quando comparadas com as elevadas frequências dos híbridos H1 e H2. Isso pode ter ocorrido por causa da diferença de potencial genético dos três híbridos estudados, pois nos quatro experimentos (FIG. 3B, 6B, 9B e 12B) pode-se notar queda de frequências relativa do híbrido H3.

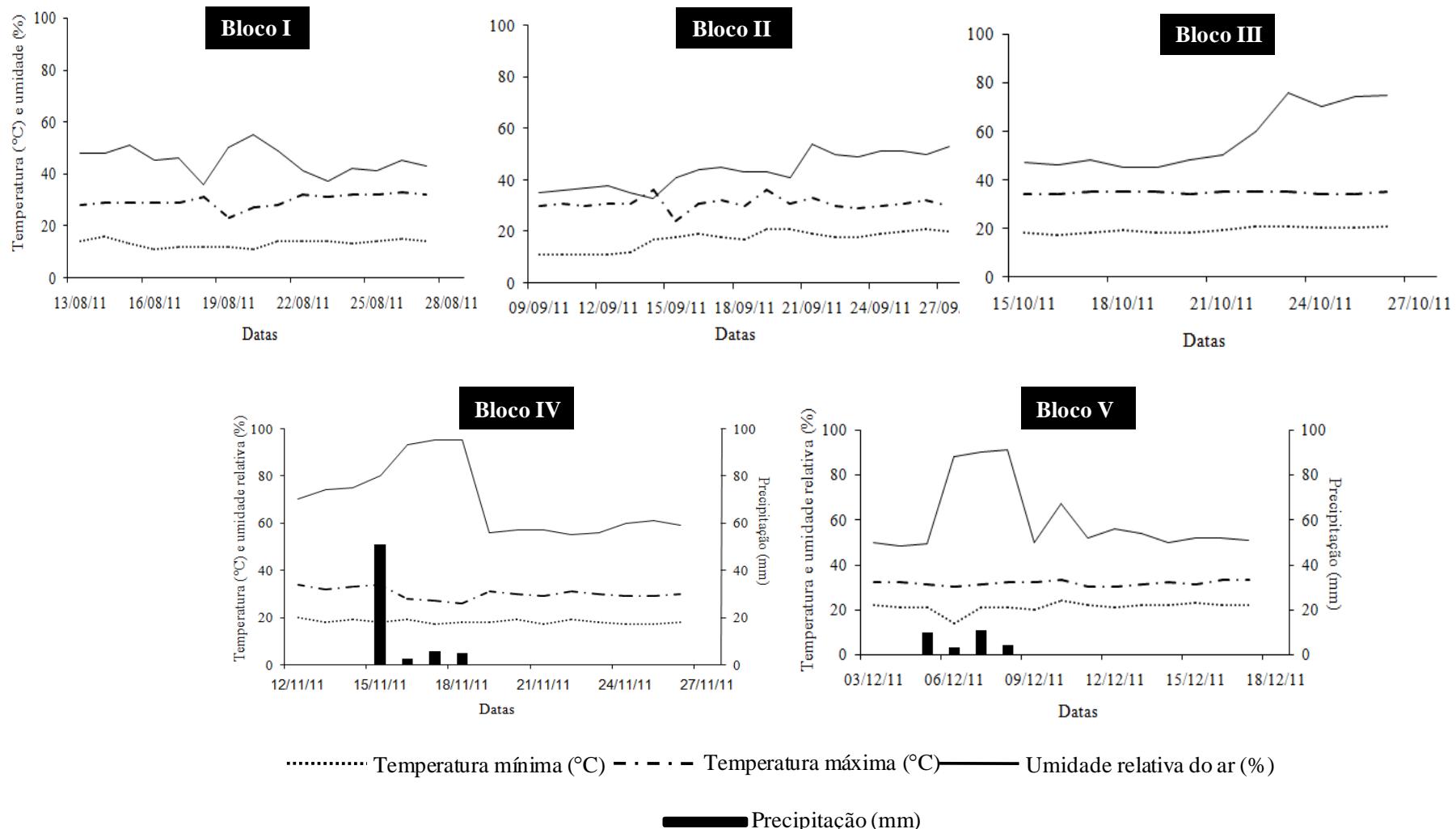


FIGURA 12 – Temperaturas mínima, máxima, umidade relativa do ar e precipitação coletadas no período de condução do teste de emergência em areia de cada bloco — Uberlândia, MG, 2013

Os dois experimentos conduzidos no caminhão graneleiro (parte superior e inferior do palete) apresentaram porcentagens menores de frequência relativa e processo de emergência mais longo quando comparados com aqueles conduzidos em caminhão baú (parte superior e inferior do palete). Uma explicação para esses valores podem ser as altas temperaturas no interior da carroceria, como mostram as figuras 10 e 11, onde se observa que os dois experimentos em caminhão graneleiro sofreram mais a ação da temperatura; esta, além de ser mais altas, apresentou amplitudes maiores. Como as sementes tendem naturalmente a perder seu potencial germinativo durante o armazenamento, é importante mantê-las em condições ótimas de temperatura e umidade, seja em armazéns ou em caminhões durante seu transporte.

Araújo et al. (2000), em estudo sobre os efeitos imediatos e latentes da temperatura e da umidade relativa do ar de secagem na qualidade fisiológica de sementes de milho-doce, verificaram que o armazenamento por um período de 12 meses em câmara fria resultou em perda menor de germinação e vigor relativamente ao armazenamento em condições ambientais. Fessel et al. (2006) verificaram resultados semelhantes com sementes de milho armazenadas em temperaturas variadas: exceto no armazenamento a 10 °C, nos demais ambientes o vigor das sementes diminuiu.

4.5 Análise da homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos

Os testes de pressuposições de homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos são o primeiro passo para executar a análise estatística de dados obtidos nas avaliações experimentais. A Tabela 1A (APÊNDICE A) apresenta o resumo dos testes de homogeneidade das variâncias (teste de Levene), normalidade dos resíduos (teste de Kolmogorov-Smirnov) e aditividade dos blocos (teste de Tukey) referentes ao experimento com sementes de três híbridos de milho submetidas a períodos diferentes de permanência na posição superior do palete durante o transporte em caminhão baú. Observa-se que as variáveis germinação (G), tempo inicial (Ti), tempo final (Tf), coeficiente de variação do tempo (CVt) e incerteza (I) apresentaram homogeneidade, normalidade e aditividade; as demais exigiram transformação dos dados. Para emergência (E) e tempo médio (Tm), não se obteve aditividade dos blocos mesmo com a transformação; mas esta melhorou a significância do dado, expressa pela redução do valor de KS.

A Tabela 2A (APÊNDICE A) apresenta o resumo do teste de Levene, teste de Kolmogorov-Smirnov e teste de Tukey relativos ao experimento com sementes de três híbridos de milho submetidas a períodos distintos de permanência na posição inferior do palete durante o transporte em caminhão baú. A transformação dos dados foi necessária apenas para estas variáveis: vigor (V), E e Tf. Nas variáveis V e E, a transformação não atendeu a todas as pressuposições, mas melhorou a significância. Para o índice de velocidade de emergência (IVE) e Tm, a transformação piorou a significância da pressuposição de normalidade; nesse caso, optou-se pela não transformação.

Na Tabela 3A (APÊNDICE A) está o resumo do teste de Levene, teste de Kolmogorov-Smirnov e teste de Tukey do experimento com sementes de três híbridos de milho submetidas a períodos diversos de permanência na posição superior do palete durante o transporte em caminhão graneleiro. As variáveis Ti, Tf e I atenderam às pressuposições de homogeneidade, normalidade e aditividade; as demais foram significativas, necessitando de transformação. Mas, mesmo após ser transformadas, algumas variáveis continuaram a não atender às pressuposições; como houve melhora na significância, optou-se por usar os dados transformados.

A Tabela 4A (APÊNDICE A) contém o resumo do teste de Levene, teste de Kolmogorov-Smirnov e teste de Tukey, referentes ao experimento envolvendo sementes de três híbridos de milho submetidas a diferentes períodos de permanência na posição inferior do palete durante o transporte em caminhão graneleiro. Esse experimento mostra que as variáveis G, Ti, Tf e CVt atenderam às pressuposições, logo não foram transformadas. As variáveis V, E, IVE, Tm e sincronia (Z) foram transformadas; logo, atenderam às pressuposições. Embora tenha sido aplicada a transformação dos dados para a variável I, esta não atendeu à pressuposição de normalidade; nesse caso, optou-se por usar os dados sem a transformação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados dos testes de germinação para os quatro experimentos mostram que, numericamente, a diferença entre tratamentos é mínima, porém ocorre diferença estatística, por causa da variabilidade pequena entre os tratamentos.

O transporte em caminhão baú, independentemente da posição das sementes no palete, não alterou a qualidade fisiológica delas.

Para sementes transportadas em caminhão graneleiro enlonado na parte superior do palete, o transporte com período de duração superior a 48 horas prejudica a qualidade fisiológica das sementes.

6 CONCLUSÕES

- O transporte em caminhão graneleiro enlonado prejudica mais a manutenção da qualidade das sementes de milho do que em caminhão baú.
- Em caminhão graneleiro enlonado, as sementes de milho colocadas na posição superior do palete tiveram a germinação e o vigor reduzidos.
- O período de transporte acima de 96 horas compromete a qualidade das sementes de milho, sobretudo, em caminhão graneleiro enlonado.
- O potencial de germinação e vigor das sementes de milho durante o transporte das sementes é influenciado pelo híbrido.
- As diferenças pequenas entre os porcentuais de germinação das sementes de milho, ainda que significativas, refletem a proximidade desses valores entre as repetições e, portanto, a baixa variabilidade do processo.

7 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. G. et al. Disponibilidade, composição botânica e valor nutritivo da forragem de pastos consorciados, sob três taxas de lotação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p. 36–46, 2003.
- AMARAL, L. I. V.; PAULILO, M. T. S. Efeito da luz, temperatura, regulador de crescimento e nitrato de potássio na germinação de *Miconia ciannamomifolia* (DC). **Insula**, Florianópolis, n. 21, p. 59–86, 1992.
- ANDRADE, F. H. Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcarce. **Field Crops Research**, Argentina, n. 41, p. 1–12, 1995.
- ANDRADE, R. V.; BORBA, C. S. Fatores que afetam a qualidade das sementes. In: Tecnologia para produção de sementes de milho. **EMBRAPA-CNPMS**. Circular técnico, 19, p. 7–9, 1993.
- ARAÚJO, E. F.; SILVA, R. F.; CORRÊA, P. C. Efeitos imediatos e latentes da temperatura e da umidade relativa do ar de secagem na qualidade fisiológica de sementes de milho-doce, cultivar BR 400. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 22, n. 2, p. 21–30, 2000.
- ARAÚJO, V. Pouco otimismo com escoamento tranquilo da safra. Competitividade e desafios do Agronegócio Nacional (matéria especial — Agência Safras & Mercado). 26 nov. 2004. Disponível em: <http://www.safras.com.br/pdf_materia/MaterialEspecial2004.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES/ABRASEM 2013. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br/category/estatisticas>>. Acesso em: 14 mar. 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Instrução normativa nº 25**, de 23 de julho de 2009. Ementa: aprova as normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. Publicado no *Diário Oficial* da União de 28/07/2009, seção 1, p. 20. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=20542>>. Acesso em: 18 jul. 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 395 p.
- BAUDET, L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D.; ROTA, G. R. M. **Sementes**: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: ed. UFPel, 2003. 414p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes** — ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- CAUSSE, M. et al. Sucrose phosphate synthase: an enzyme with heterotic activity correlated with maize growth. **Crop Science**, Madison, v. 35, p. 995–1.011, 1995.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO/CONAB. **Levantamento de grãos**: previsão. Disponível em:

<<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/10levsafra.pdf>>. Acesso em 6 mar. 2013.

DAYNARD, T. B.; DUNCAN, W. G. The black layer and grain maturity in corn. **Crop Science**, n. 9, p. 473–6, 1969.

DAYNARD, T. B. Relationships among black layer formation, grain moisture percentage, and heat unit accumulation in corn. **Agronomy Journal**, n. 64, p. 716–9, 1972.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 1, p. 427–52, 1973.

DELOUCHE, J. C. Qualidade e desempenho da semente. **Seed aNews**, n. 4, p. 11–18, 2005.

DUARTE, J. O. Importância econômica. In: CRUZ, J. C.; VERSIANI, R. P.; FERREIRA, M. T. R. (Ed.). **Cultivo do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA — Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. 2000.

FANCELLI, A. L.; LIMA, U. A. **Milho** — produção, préprocessamento e transformação agro-industrial. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia. Governo do Estado de São Paulo, 1982. 112p. (Série Extensão Agro-Industrial, 5).

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2006. (SISVAR 5. 3. pacote computacional).

FISCHER, I. H.; ALMEIDA, A. M.; GARCIA, M. J. M. Doenças importantes da goiabeira. In: SAMPAIO, A. C. (Ed.). **Goiaba: do plantio a comercialização**. Campinas: CATI 2011, p. 35– 42. (Manual Técnico).

FESSEL, S. A. et al. Electrical conductivity testing of corn seeds as influenced by temperature and period of storage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p.1.551–9, 2006.

FLEURY, P. **Perspectivas para a logística**, 23 jun 2006. Disponível em: <http://www.celuloseonline.com.br/colunista/colunista.asp?IDAssuntoMateria=383&idit> em. Acesso em: 20 fev. 2007.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: F neo, 2007, 576p.

FRANÇA NETO, J. B. et al. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**: série sementes. Londrina: EMBRAPA Soja. 2007. 12p. (Circular Técnica 40).

GODOY, L. J. G. Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho (*Zea mays* L.) em solo arenoso baseado no índice relativo de clorofila. 2002. 94p. Dissertação (Mestrado em Agricultura) — Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

GUIMARÃES, S. C.; SOUZA, I. F.; PINHO, E. V. R. V. Viabilidade de sementes de erva-de-touro, sob diferentes condições de armazenamento. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 231–8, 2004.

- HALLAUER, A. R.; RUSSEL, W. A. Estimates of maturity and his inheritance in maize. *Crop Science*, p. 288–294, 1962.
- HARRINGTON, J. C. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T. T. **Seed biology**. London: Academic Press, 1973. 350p.
- HERTER, U.; BURRIS, J. S. Preconditioning reduces the susceptibility to drying injury in corn seed. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, V. 69, p. 775-789, 1989.
- HÖFS, A. **Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta a qualidade fisiológica**. 2003. 44 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) — Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- HUNTER, J. L. et al. Corn seed maturity indicators and their relationship to uptake of carbon 14 assimilated. *Crop Science*, n. 31, p. 1309–13, 1991.
- JUNQUEIRA, R. A. R.; MORABITO, R. Um modelo de otimização linear para o planejamento agregado da produção e logística de sementes de milho. **Produção**, v. 16, n. 3, p. 510–25, 2006.
- JUNQUEIRA, R. A. R.; MORABITO, R. Planejamento otimizado da produção e logística de empresas produtoras de sementes de milho: um estudo de caso. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 15, n. 2, p. 367–380, 2008.
- LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera* (Ait.) Ait. f. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, n. 48, p. 263–84, 1976.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Série de biologia, Monografia 24. Organização dos Estados Americanos. Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1983. 174p.
- LUDWIG, M. P. et al. AL. Desempenho de sementes e plantas de milho híbrido originadas de lotes de sementes com alta e baixa qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 8, n.1, p. 83–92, 2009.
- LUENGO, R. F. A. et al. **Pós-colheita de hortaliças**. Brasília: Embrapa, 2007, v. 1. 100p.
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Fisiologia da produção de milho. EMBRAPA Milho e Sorgo. **Circular Técnica**, Sete Lagoas, n. 76, 2006.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v. 2, n. 1, p. 176–7, 1962.
- MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, p. 1–20.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005, 495p.
- MATOS, C. S. M. et al. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho tratadas com fungicidas e avaliadas durante o armazenamento. *Journal of Seed Science*, Londrina, v. 35, n. 1, p. 10–16, 2013.

MELO, P. T. B. S. et al. Comportamento individual de plantas originadas de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica em populações de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 84–94, 2006.

MEROTTO JÚNIOR, A. et al. A desuniformidade de emergência reduz o rendimento de grãos de milho. **Ciência Rural**, v. 29, n. 4, p. 595–601, 1999.

MIYAMOTO, Y. Adoção de inovações tecnológicas: matéria técnica. **Informativo ABRATES**, p. 12–15, 2006.

MORAES, M. L. B. **Comportamento da pressão estática e da frente de secagem em uma coluna de sementes de arroz**. 2000. 50f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) — Universidade Federal de Pelotas.

NASSIF, S. M. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Germinação de sementes de amendoim do campo (*Pterogyne nitens* Tul. – Fabaceae – Caesalpinoideae) submetidas a diferentes condições de estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, p. 143–50, 1997.

NEVES, M. **Panorama do transporte rodoviário de cargas no Brasil**. Fev. 2005. Disponível em: <<http://www.novomilenio.inf.br/porto/portonm.htm>>. Acesso em: 28 maio 2007.

OLIVEIRA, J. A. **Efeito do método de colheita e do tipo de armazenamento na qualidade de sementes de milho**. 1997. 134f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) — Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Lavras.

PASQUA, D.; LIMA, J. Hora de encarar os desafios. (matéria especial- Agência Safras & Mercado). **Competitividade e desafios do Agronegócio Nacional**, 26 nov. 2004. Disponível em http://www.safras.com.br/pdf_materia/MaterialEspecial2004.pdf. Acesso em: 9 abr. 2007.

PESKE, S. T; LEVIEN, A. **Demanda de sementes**. Brasília: ABRASEM, 2005, p. 10–17.

POMMEL, B. et al. Influence of delayed emergence and canopy skips on the growth and development of maize plants: a plant scale approach with CERES-Maize. **European Journal of Agronomy**, v. 16, p. 263–77, 2002.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: Ministério da Agricultura; Agriplan, 1985, 289p.

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.

RENCH, W.; SHAW, R. H. Black layer development in corn. **Agronomy Journal**, n. 63, p. 303–9, 1971.

ROCHER, J. P. et al. Genetic variability in carbon fixation, sucrose-P-synthase and ADP glucose pyrophosphorylase in maize plants of differing growth rate. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 89, p. 416–20, 1989.

ROOD, S. B. et al. Gibberellins and heterosis in maize: quantitative relationships. **Crop Science**, Madison, v. 30, p. 281–6, 1990.

ROSS, E. E. Precepts of successful seed storage. In: HORNER, E. S.; KRAL, D. M.; MICKELESON, S. H. (Ed.). **Physiology of seed deterioration**. Madison: Cassa, 1986, p. 1–25.

SALGADO, F. H. M; XIMENES, P. A. Maize seed germination treated with insecticides. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 4, n. 1, p. 49–54, February 2013.

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

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 1, p. 110–9, 2004.

SCHUCH, L. O. B. et al. 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. 229–34, 1999.

SCHUCH, L. O. B. et al. Emergência no campo e crescimento inicial de aveia preta em resposta ao vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 6, n. 2, p. 97–101, 2000.

SILVA, F. A. N. **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, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

SMIDERLE, O. J.; CÍCERO, S. M. Tratamento inseticida e qualidade de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 2, p. 462–9, 1998.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. **Manual das sementes** — tecnologia da produção. São Paulo: Ceres, 1977. 224p.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE/USDA.
<http://www.usdabrazil.org.br/home>. Acesso em: 6 mar. 13.

APÊNDICE A — Dados dos testes de homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos e aditividade

TABELA 1A – Resumo dos testes de homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos referentes às análises dos dados de germinação (%), teste de frio modificado (TFM) (%), emergência (%), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo inicial, final e médio (horas), coeficiente de variação do tempo (CVt) (%), sincronia e incerteza (*bit*) obtidos no experimento com sementes de três híbridos de milho submetidas a períodos distintos de permanência na posição superior do palete durante o transporte em caminhão baú — Uberlândia, MG, 2013

Variáveis	Testes	DADOS NÃO TRANSFORMADOS		DADOS TRANSFORMADOS		Análise dos dados
		Valor de <i>F/K/F'</i>	Significância ¹	Valor de <i>F/K/F'</i>	Significância ¹	
Germinação ²	Levene	2,175	0,012	—	—	NT
	KS	0,056	0,200	—	—	
	Tukey	5,888	0,018	—	—	
TFM ²	Levene	3,370	0,000	1,900	0,032	T
	KS	0,151	0,000	0,109	0,010	
	Tukey	1,959	0,166	1,428	0,750	
Emergência ²	Levene	2,011	0,022	0,703	0,789	T
	KS	0,098	0,031	0,085	0,130	
	Tukey	130,455	0,000	7,604	0,007	
IVE ⁴	Levene	0,198	1,000	0,174	1,000	T
	KS	0,073	0,200	0,068	0,200	
	Tukey	13,717	0,000	6,159	0,016	
Tempo inicial ³	Levene	0,246	0,999	0,213	1,000	NT
	KS	0,119	0,003	0,105	0,016	
	Tukey	0,465	0,498	9,579	0,003	
Tempo final ³	Levene	0,391	0,983	—	—	NT
	KS	0,051	0,200	—	—	
	Tukey	0,698	0,406	—	—	
Tempo médio ³	Levene	0,284	0,997	0,211	1,000	T
	KS	0,076	0,200	0,064	0,200	
	Tukey	12,680	0,001	4,339	0,041	
CVt ³	Levene	0,816	0,670	—	—	NT
	KS	0,091	0,064	—	—	
	Tukey	0,015	0,902	—	—	
Sincronia ⁴	Levene	0,882	0,596	0,706	0,787	T
	KS	0,105	0,016	0,094	0,049	
	Tukey	20,989	0,000	13,830	0,000	
Incerteza ³	Levene	0,469	0,959	—	—	NT
	KS	0,071	0,200	—	—	
	Tukey	0,960	0,331	—	—	

¹ Valores em negrito indicam homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos pelos testes de Levene, Kolmogorov-Smirnov e Tukey, todos a 1% de probabilidade; *F/K/F'*: testes de Levene, Kolmogorov-Smirnov e Tukey, respectivamente; T; NT: dados transformados e não transformados, respectivamente; KS: Kolmogorov-Smirnov

² Dados transformados por *arco seno* $\sqrt{x/100}$

³ Dados transformados por \sqrt{x}

⁴ Dados transformados por $\sqrt{x + 0,5}$

TABELA 2A – Resumo dos testes de homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos referentes às análises dos dados de germinação (%), teste de frio modificado (TFM) (%), emergência (%), Índice de velocidade de emergência (IVE), tempo Inicial, final e médio (horas), coeficiente de variação do tempo (CVt) (%), sincronia e incerteza (*bit*), obtidos no experimento com sementes de três híbridos de milho submetidas a diferentes períodos de permanência na posição inferior do palete durante o transporte em caminhão baú — Uberlândia, MG, 2013

Variáveis	Testes	DADOS NÃO TRANSFORMADOS		Dados transformados		Análise dos dados
		Valor de <i>F/K/F'</i>	Significância ¹	Valor de <i>F/K/F'</i>	Significância ¹	
Germinação ²	Levene	1,443	0,143	—	—	NT
	KS	0,060	0,200	—	—	
	Tukey	0,650	0,423	—	—	
TFM ²	Levene	3,994	0,000	2,355	0,006	T
	KS	0,093	0,051	0,949	0,001	
	Tukey	12,210	0,001	3,598	0,062	
Emergência ²	Levene	4,396	0,000	1,756	0,052	T
	KS	0,189	0,000	0,061	0,200	
	Tukey	493,743	0,000	52,521	0,000	
IVE ⁴	Levene	0,223	0,999	0,260	0,998	NT
	KS	0,114	0,005	0,144	0,000	
	Tukey	2,423	0,124	0,167	0,684	
Tempo inicial ³	Levene	0,239	0,999	—	—	NT
	KS	0,102	0,023	—	—	
	Tukey	3,622	0,061	—	—	
Tempo final ³	Levene	0,415	0,978	0,304	0,996	T
	KS	0,059	0,200	0,088	0,084	
	Tukey	13,662	0,000	3,484	0,066	
Tempo médio ³	Levene	0,596	0,884	17,731	0,000	NT
	KS	0,197	0,000	0,278	0,000	
	Tukey	1,114	0,295	0,273	0,603	
CVt ³	Levene	1,215	0,276	—	—	NT
	KS	0,082	0,181	—	—	
	Tukey	3,397	0,070	—	—	
Sincronia ⁴	Levene	0,632	0,855	—	—	NT
	KS	0,079	0,200	—	—	
	Tukey	6,841	0,011	—	—	
Incerteza ³	Levene	0,367	0,988	—	—	NT
	KS	0,081	0,200	—	—	
	Tukey	0,410	0,524	—	—	

¹ Valores em negrito indicam homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos pelos testes de Levene, Kolmogorov-Smirnov e Tukey, todos a 1% de probabilidade; *F/K/F'*: testes de Levene, Kolmogorov-Smirnov e Tukey, respectivamente; T; NT: dados transformados e não transformados, respectivamente; KS: Kolmogorov-Smirnov

² Dados transformados por $\text{arco seno } \sqrt{x/100}$

³ Dados transformados por \sqrt{x}

⁴ Dados transformados por $\sqrt{x + 0,5}$

TABELA 3A – Resumo dos testes de homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos referentes às análises dos dados de germinação (%), teste de frio modificado (TFM) (%), emergência (%), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo inicial, final e médio (horas), coeficiente de variação do tempo (CVt) (%), sincronia e incerteza (*bit*) obtidos no experimento envolvendo sementes de três híbridos de milho submetidas a períodos diferentes de permanência na posição superior do palete durante o transporte em caminhão graneleiro — Uberlândia, MG, 2013

Variáveis	Testes	Dados não transformados		Dados transformados		Análise dos dados
		Valor de <i>F/K/F'</i>	Significância ¹	Valor de <i>F/K/F'</i>	Significância ¹	
Germinação ²	Levene	8,595	0,000	4,398	0,000	T
	KS	0,224	0,000	0,113	0,006	
	Tukey	11,066	0,001	4,632	0,035	
TFM ²	Levene	8,921	0,000	5,434	0,000	T
	KS	0,204	0,000	0,113	0,007	
	Tukey	16,489	0,000	9,096	0,004	
Emergência ²	Levene	4,964	0,000	2,696	0,002	T
	KS	0,141	0,000	0,077	0,200	
	Tukey	4,357	0,043	3,130	0,081	
IVE ⁴	Levene	0,295	0,997	0,350	0,990	T
	KS	0,074	0,200	0,084	0,148	
	Tukey	7,219	0,000	0,002	0,969	
Tempo inicial ³	Levene	0,265	0,998	—	—	NT
	KS	0,094	0,048	—	—	
	Tukey	6,104	0,016	—	—	
Tempo final ³	Levene	0,197	1,000	—	—	NT
	KS	0,067	0,200	—	—	
	Tukey	0,958	0,331	—	—	
Tempo médio ³	Levene	0,298	0,996	0,222	0,999	T
	KS	0,067	0,200	0,080	0,200	
	Tukey	15,061	0,000	6,426	0,014	
CVt ³	Levene	1,509	0,116	—	—	NT
	KS	0,083	0,166	—	—	
	Tukey	2,505	0,118	—	—	
Sincronia ⁴	Levene	2,176	0,012	2,053	0,019	T
	KS	0,073	0,200	0,072	0,200	
	Tukey	10,600	0,002	8,242	0,005	
Incerteza ³	Levene	0,993	0,476	—	—	NT
	KS	0,069	0,200	—	—	
	Tukey	0,752	0,389	—	—	

¹ Valores em negrito indicam homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos, pelos testes de Levene, Kolmogorov-Smirnov e Tukey, todos a 1% de probabilidade; *F/K/F'*: testes de Levene, Kolmogorov-Smirnov e Tukey, respectivamente; T; NT: dados transformados e não transformados, respectivamente; KS: Kolmogorov-Smirnov

² Dados transformados por *arco seno* $\sqrt{x/100}$

³ Dados transformados por \sqrt{x}

⁴ Dados transformados por $\sqrt{x + 0,5}$

TABELA 4A – Resumo dos testes de homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos referentes às análises dos dados de germinação (%), teste de frio modificado (TFM) (%), emergência (%), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo inicial, final e médio (horas), coeficiente de variação do tempo (CVt) (%), sincronia e incerteza (*bit*) obtidos no experimento envolvendo sementes de três híbridos de milho submetidas a períodos distintos de permanência na posição inferior do palete durante o transporte em caminhão graneleiro — Uberlândia, MG, 2013

Variáveis	Testes	DADOS NÃO TRANSFORMADOS		DADOS TRANSFORMADOS		Análise dos dados
		Valor de <i>F/K/F'</i>	Significância ¹	Valor de <i>F/K/F'</i>	Significância ¹	
Germinação ²	Levene	1,851	0,038	—	—	NT
	KS	0,102	0,021	—	—	
	Tukey	0,238	0,627	—	—	
TFM ²	Levene	1,979	0,024	1,123	0,351	T
	KS	0,115	0,005	0,067	0,200	
	Tukey	1,351	0,249	0,058	0,811	
Emergência ²	Levene	3,033	0,001	0,929	0,544	T
	KS	0,077	0,200	0,069	0,200	
	Tukey	11,060	0,001	0,241	0,625	
IVE ⁴	Levene	0,000	1,000	0,229	0,999	T
	KS	0,392	0,000	0,085	0,121	
	Tukey	6,374	0,014	1,846	0,179	
Tempo inicial ³	Levene	0,171	1,000	—	—	NT
	KS	0,081	0,194	—	—	
	Tukey	5,299	0,024	—	—	
Tempo final ³	Levene	0,254	0,999	—	—	NT
	KS	0,072	0,200	—	—	
	Tukey	6,123	0,016	—	—	
Tempo médio ³	Levene	0,261	0,998	0,211	1,000	T
	KS	0,063	0,200	0,069	0,200	
	Tukey	18,241	0,000	6,567	0,013	
CVt ³	Levene	0,459	0,963	—	—	NT
	KS	0,091	0,063	—	—	
	Tukey	1,665	0,201	—	—	
Sincronia ⁴	Levene	3,890	0,000	0,812	0,674	T
	KS	0,096	0,039	0,087	0,087	
	Tukey	3,012	0,087	1,757	0,190	
Incerteza ³	Levene	0,873	0,606	0,829	0,655	NT
	KS	0,138	0,000	0,139	0,000	
	Tukey	0,242	0,624	1,773	0,188	

¹ Valores em negrito indicam homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos, pelos testes de Levene, Kolmogorov-Smirnov e Tukey, todos a 1% de probabilidade; *F/K/F'*: testes de Levene, Kolmogorov-Smirnov e Tukey, respectivamente; T; NT: dados transformados e não transformados, respectivamente; KS: Kolmogorov-Smirnov

² Dados transformados por $\text{arco seno } \sqrt{x/100}$

³ Dados transformados por \sqrt{x}

⁴ Dados transformados por $\sqrt{x + 0,5}$

APÊNDICE B — Dados de frequência de emergência

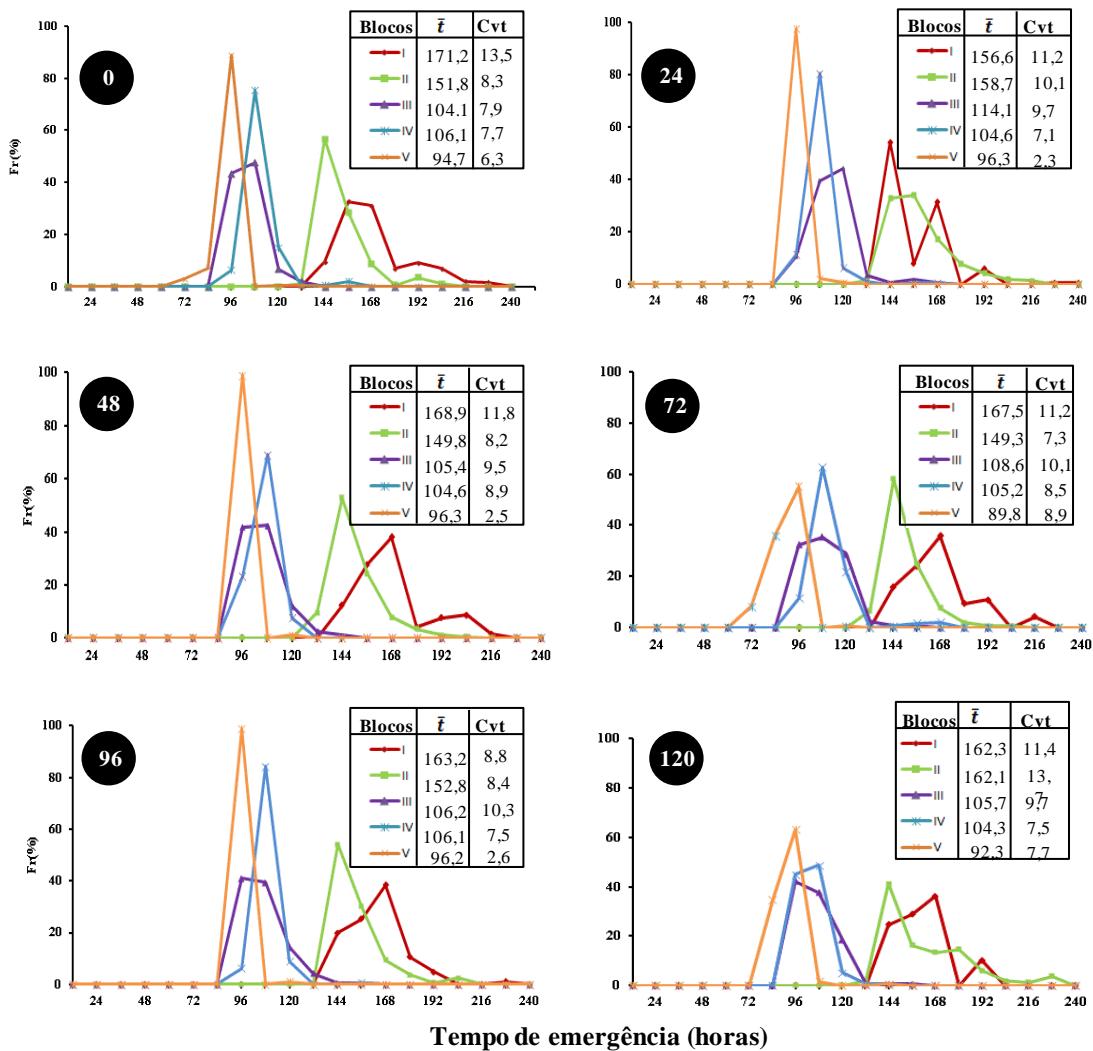


FIGURA 1B – Frequência relativa da emergência de sementes do milho híbrido (H1) submetida a períodos de permanência no caminhão (0; 24; 48; 72; 96 e 120 horas) e transportadas na posição superior do palete durante transporte em caminhão baú — Uberlândia, MG, 2013

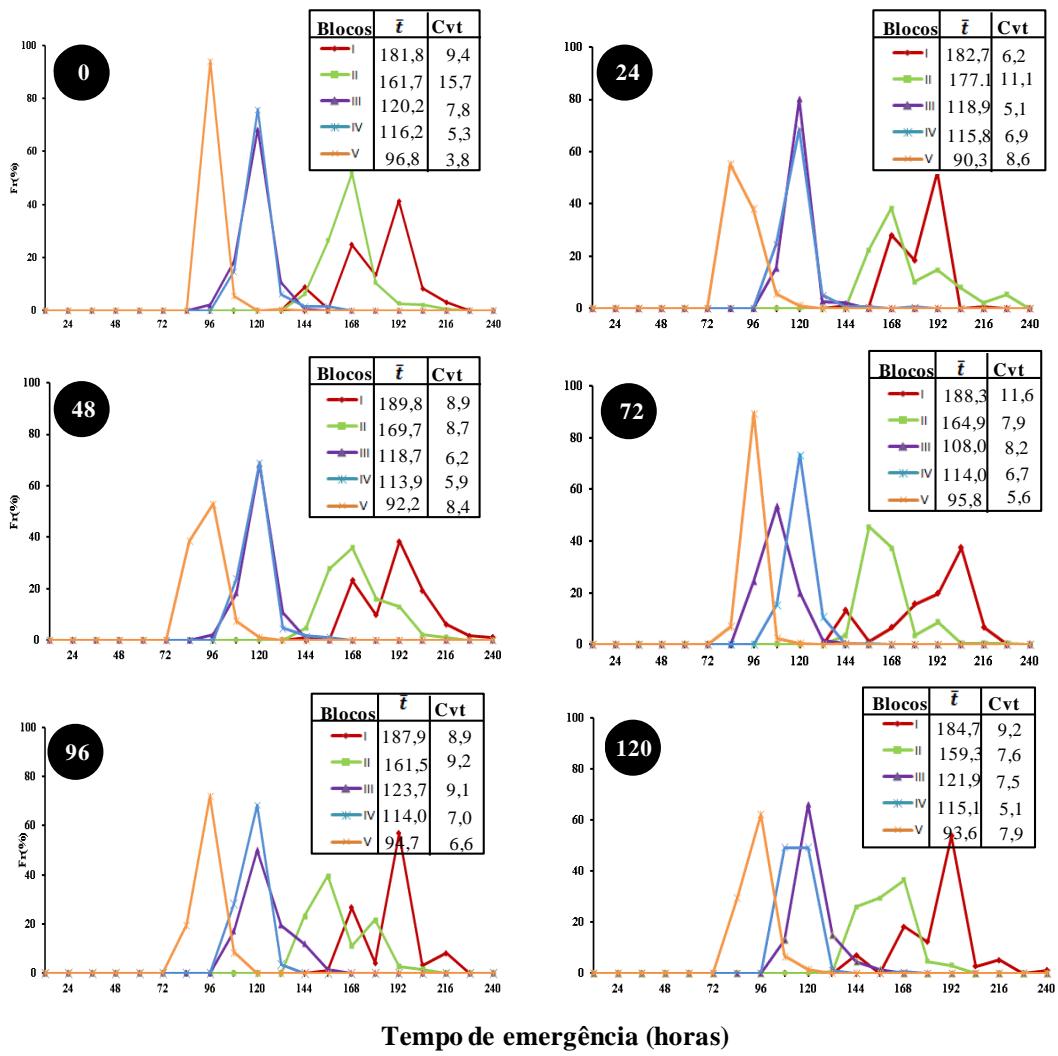


FIGURA 2B – Frequência relativa da emergência de sementes do milho híbrido (H2) submetida a períodos de permanência no caminhão (0; 24; 48; 72; 96 e 120 horas) e transportadas na posição superior do palete durante o transporte em caminhão baú — Uberlândia, MG, 2013

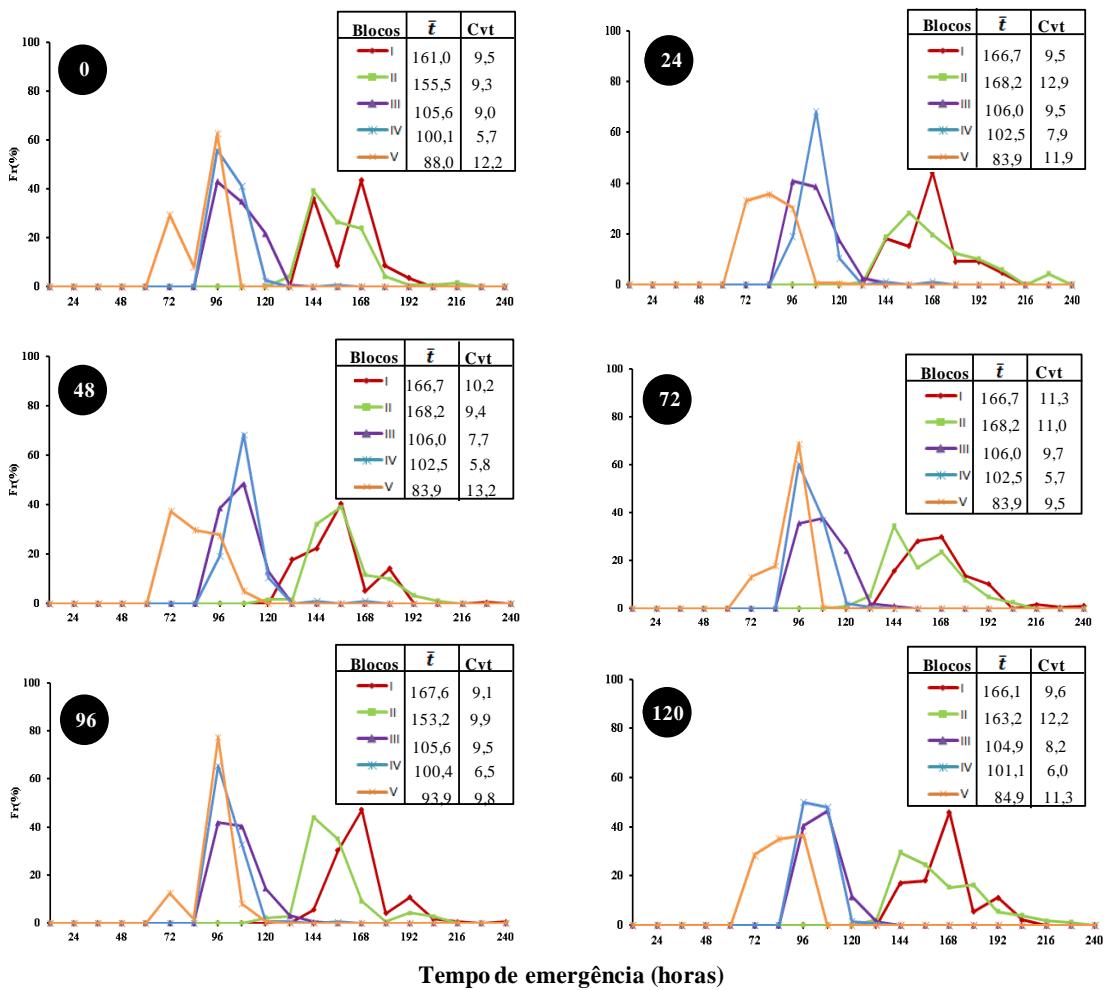


FIGURA 3B – Frequência relativa da emergência de sementes do milho híbrido (H3) submetida a períodos de permanência no caminhão (0; 24; 48; 72; 96 e 120 horas) e transportadas na posição superior do palete durante o transporte em caminhão baú — Uberlândia, MG, 2013

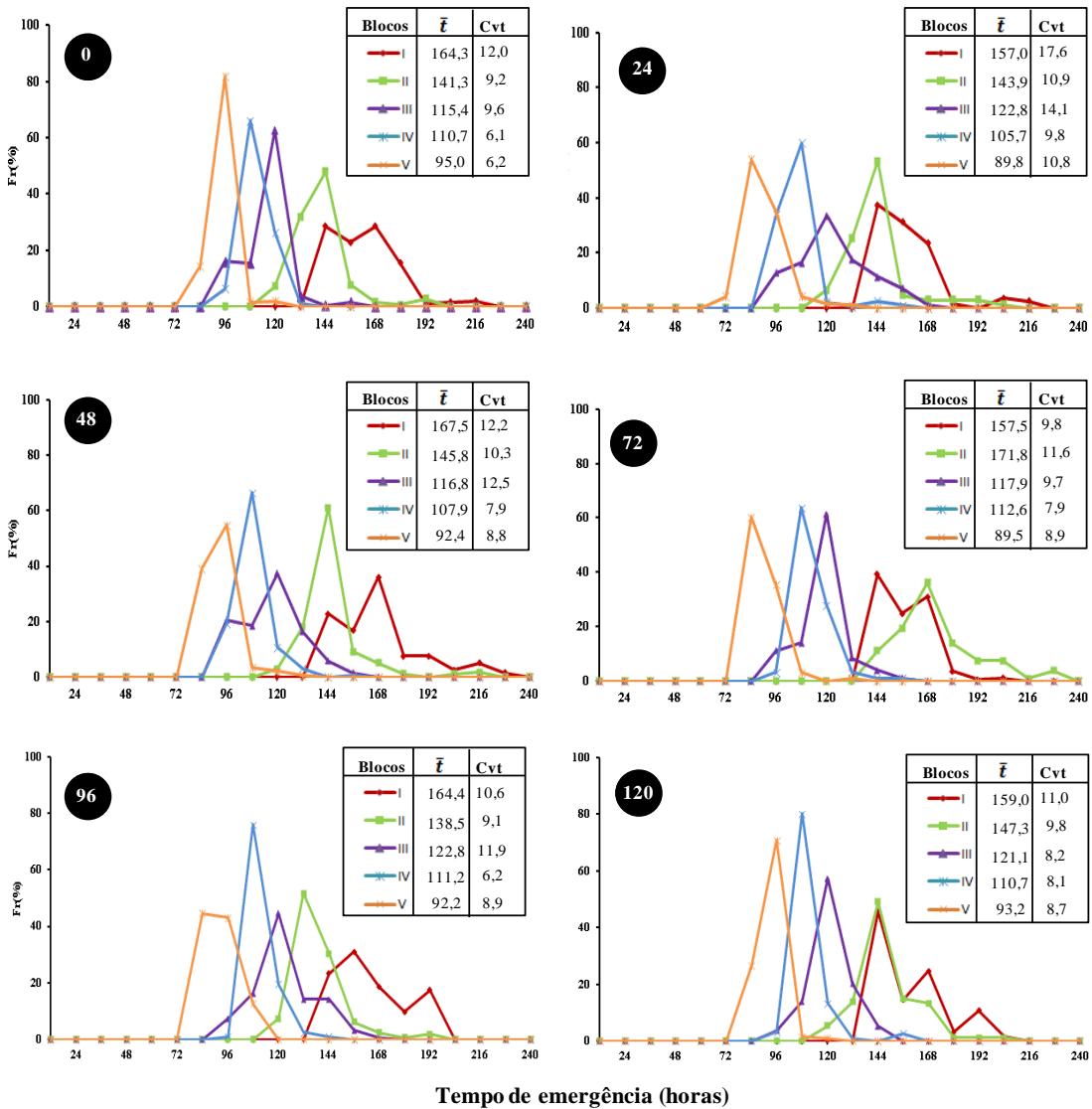


FIGURA 4B – Frequência relativa da emergência de sementes do milho híbrido (H1) submetida a períodos de permanência no caminhão (0; 24; 48; 72; 96 e 120 horas) e transportadas na posição inferior do palete durante o transporte em caminhão baú — Uberlândia, MG, 2013

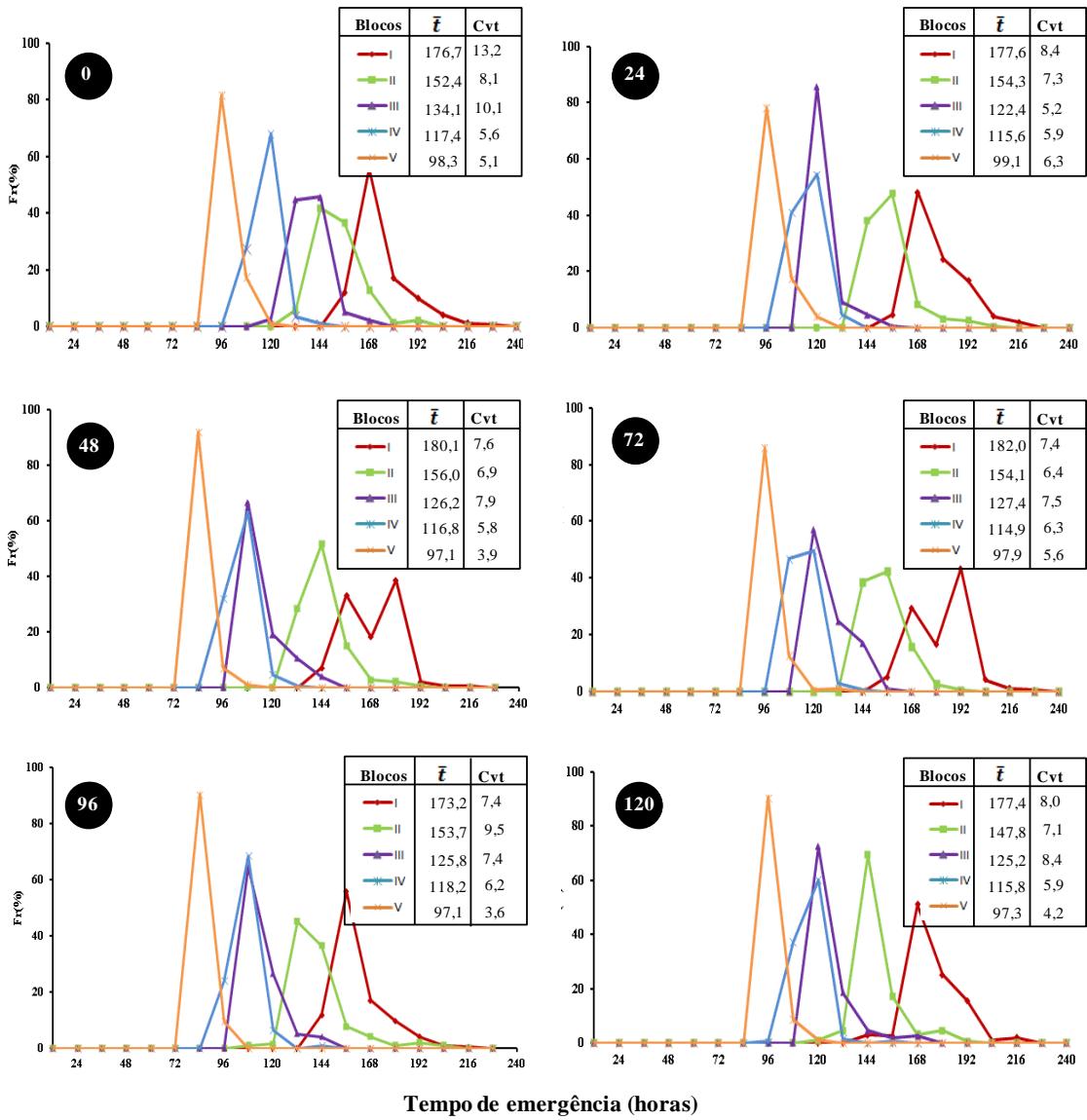
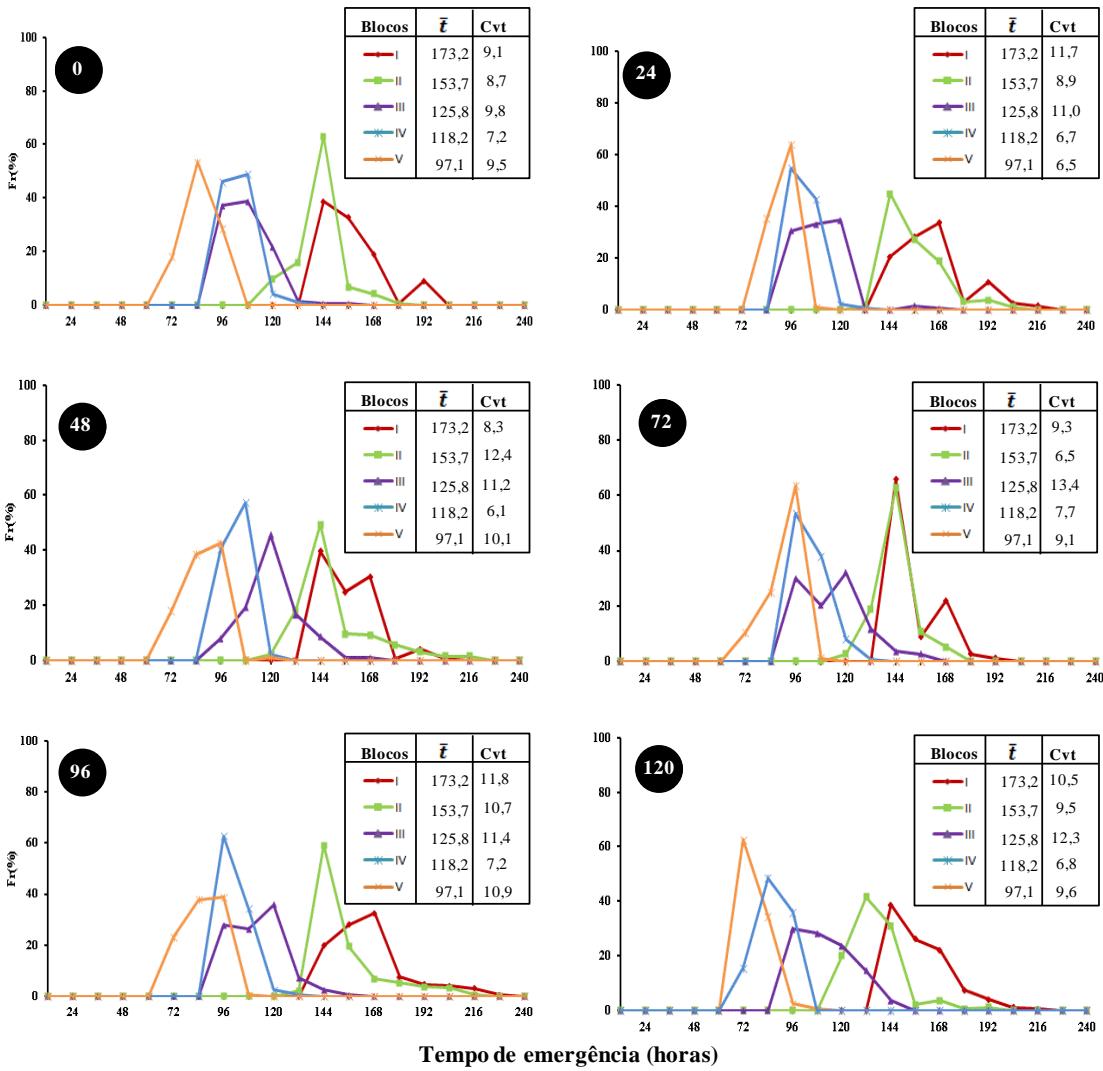
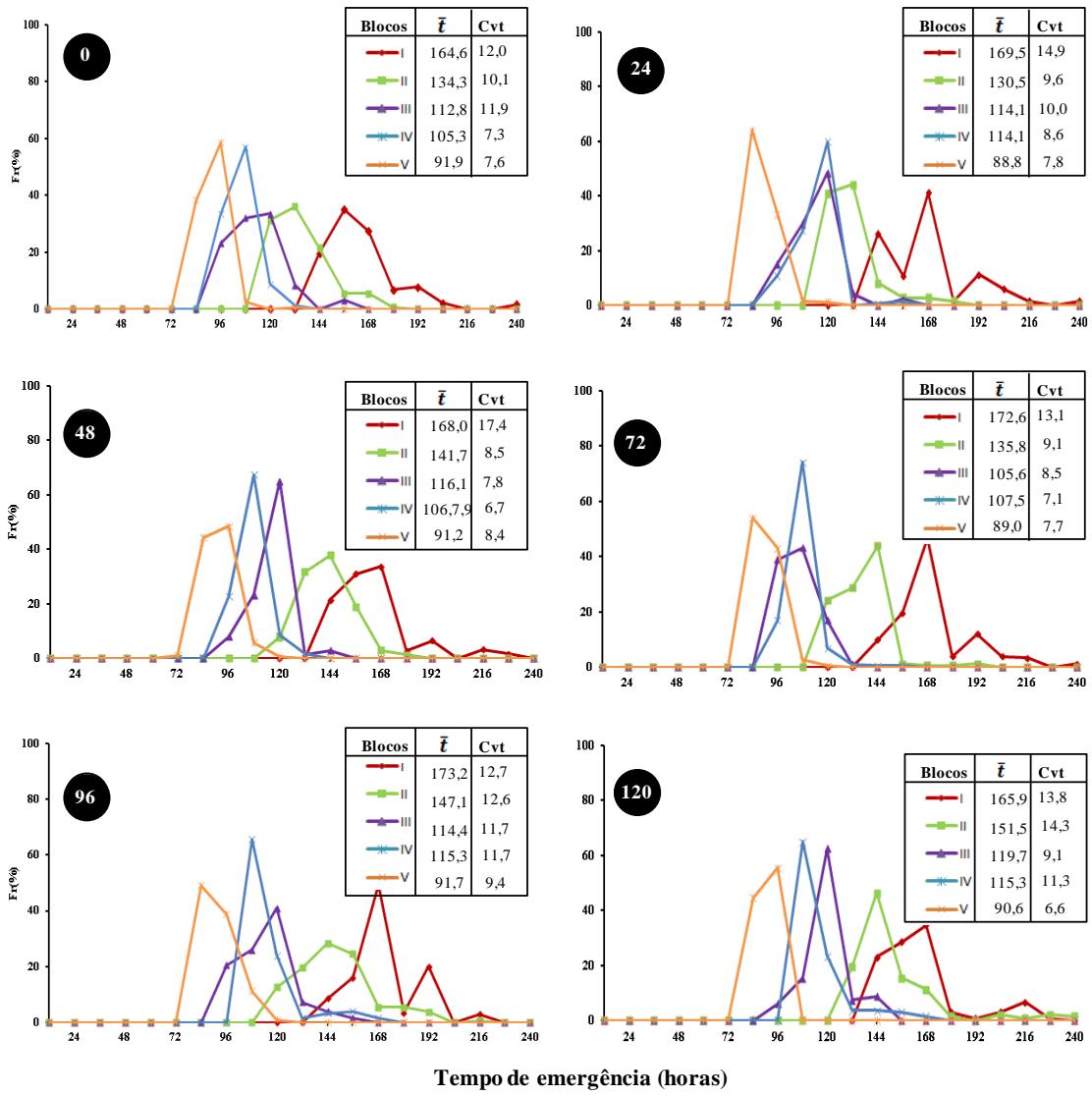


FIGURA 5B – Frequência relativa da emergência de sementes do milho híbrido (H2) submetida a períodos de permanência no caminhão (0; 24; 48; 72; 96 e 120 horas) e transportadas na posição inferior do palete durante o transporte em caminhão baú — Uberlândia, MG, 2013





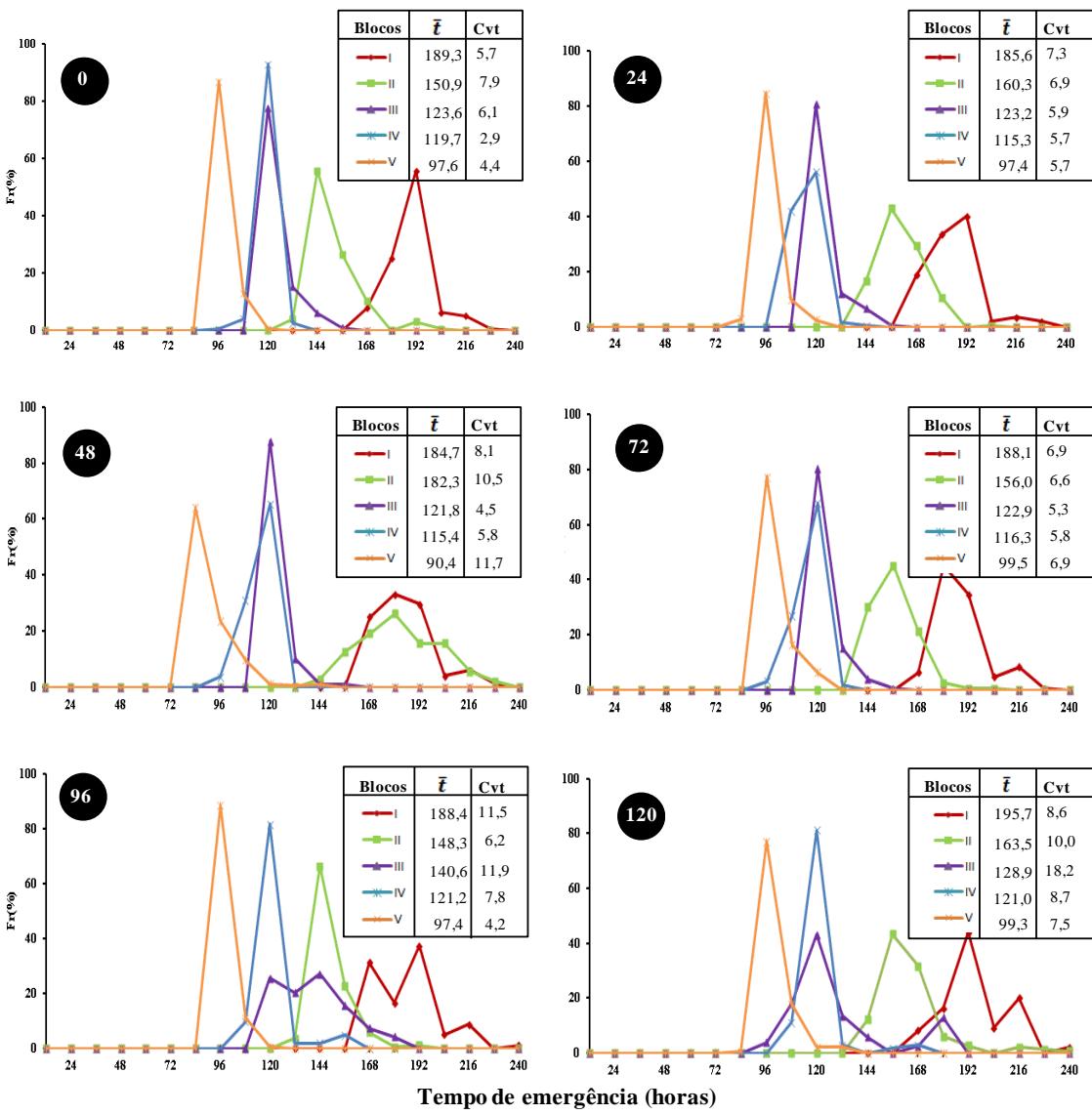


FIGURA 8B – Frequência relativa da emergência de sementes do milho híbrido (H1) submetida a períodos de permanência no caminhão (0; 24; 48; 72; 96 e 120 horas) e transportadas na posição superior do palete durante o transporte em caminhão graneleiro — Uberlândia, MG, 2013

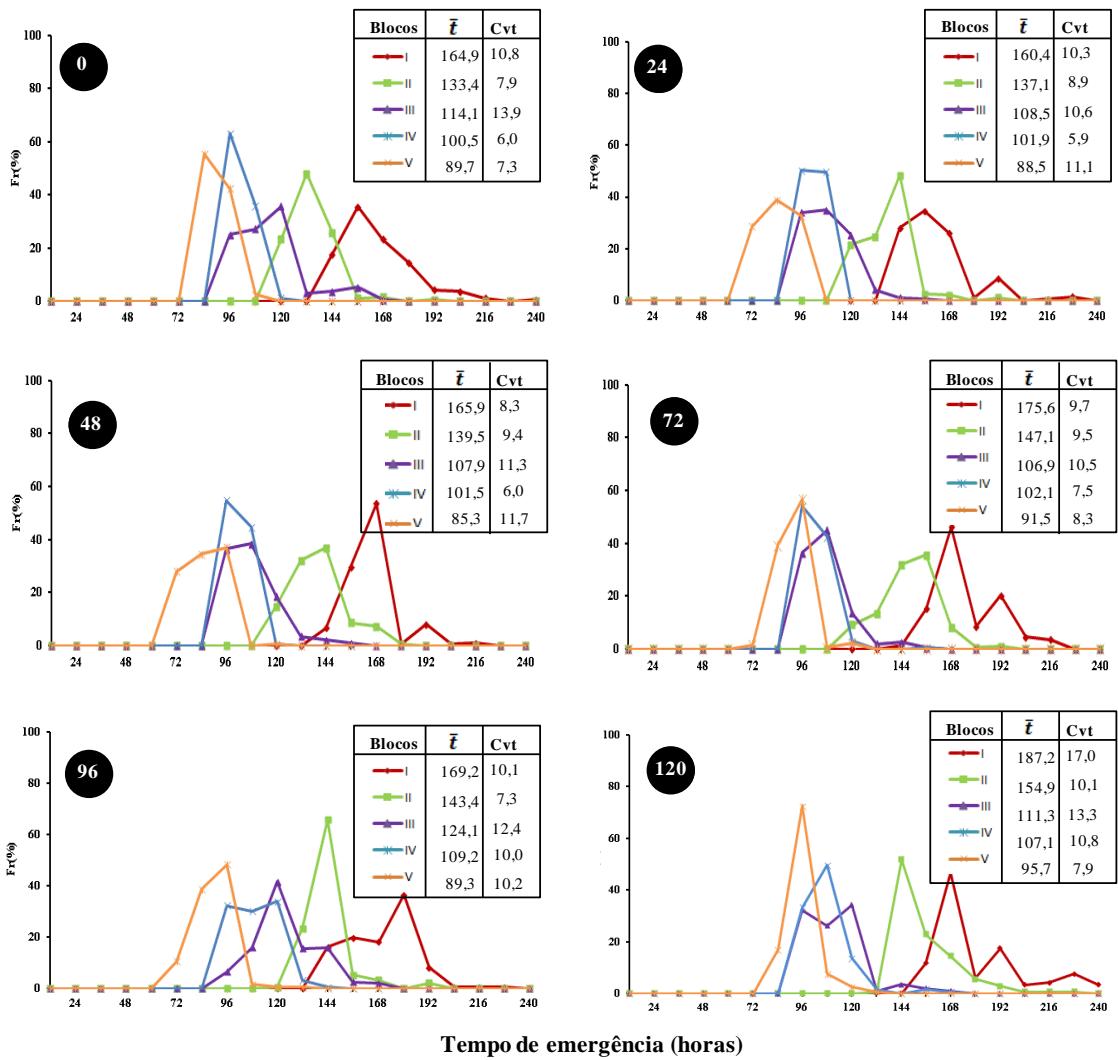


FIGURA 9B – Frequência relativa da emergência de sementes do milho híbridos (H3) submetida a períodos de permanência no caminhão (0; 24; 48; 72; 96 e 120 horas) e transportadas na posição superior do palete durante o transporte em caminhão graneleiro — Uberlândia, MG, 2013

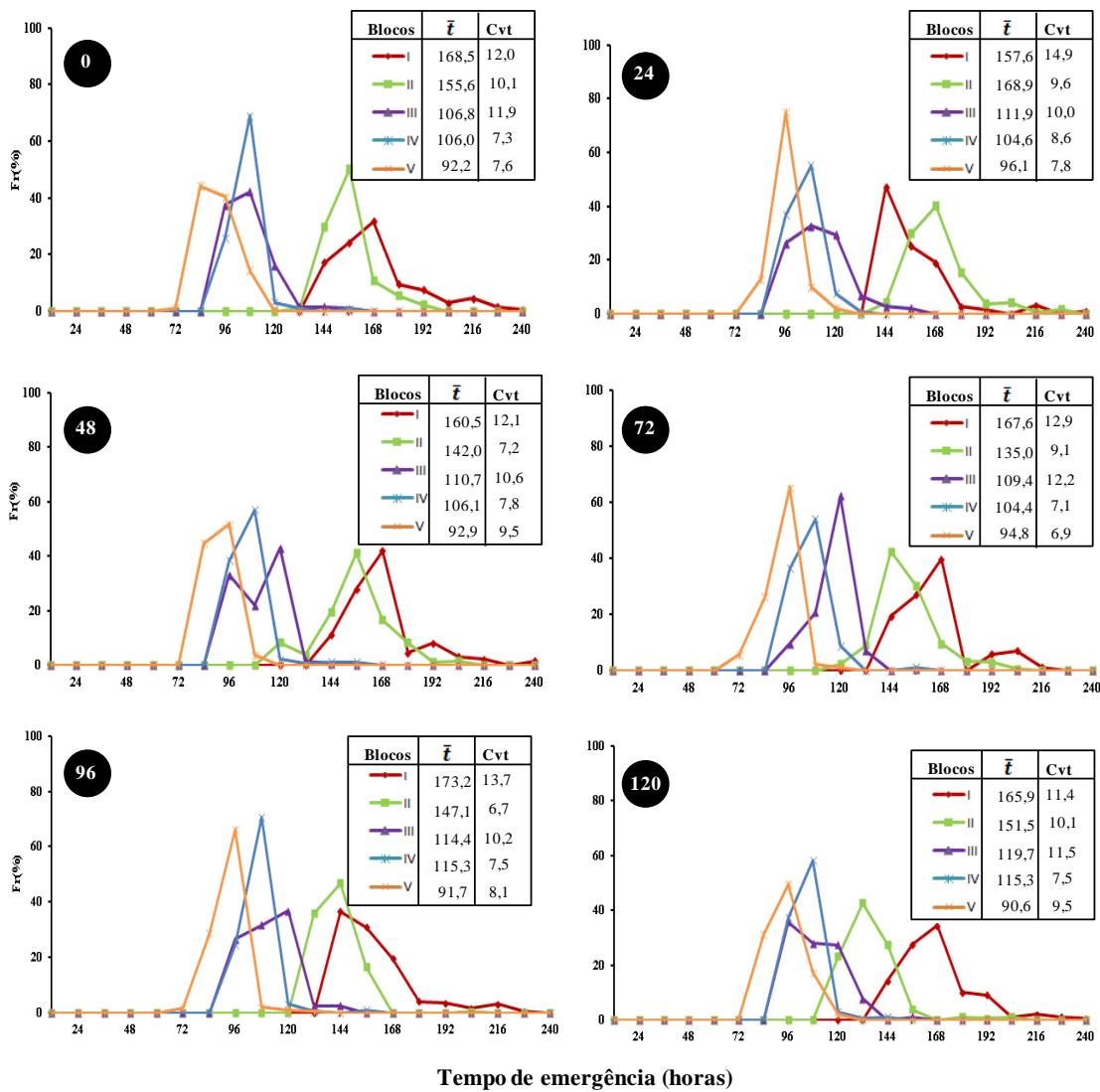


FIGURA 10B – Frequência relativa da emergência de sementes do milho híbrido (H1) submetida a períodos de permanência no caminhão (0; 24; 48; 72; 96 e 120 horas) e transportadas na posição inferior do palete durante o transporte em caminhão graneleiro — Uberlândia, MG, 2013

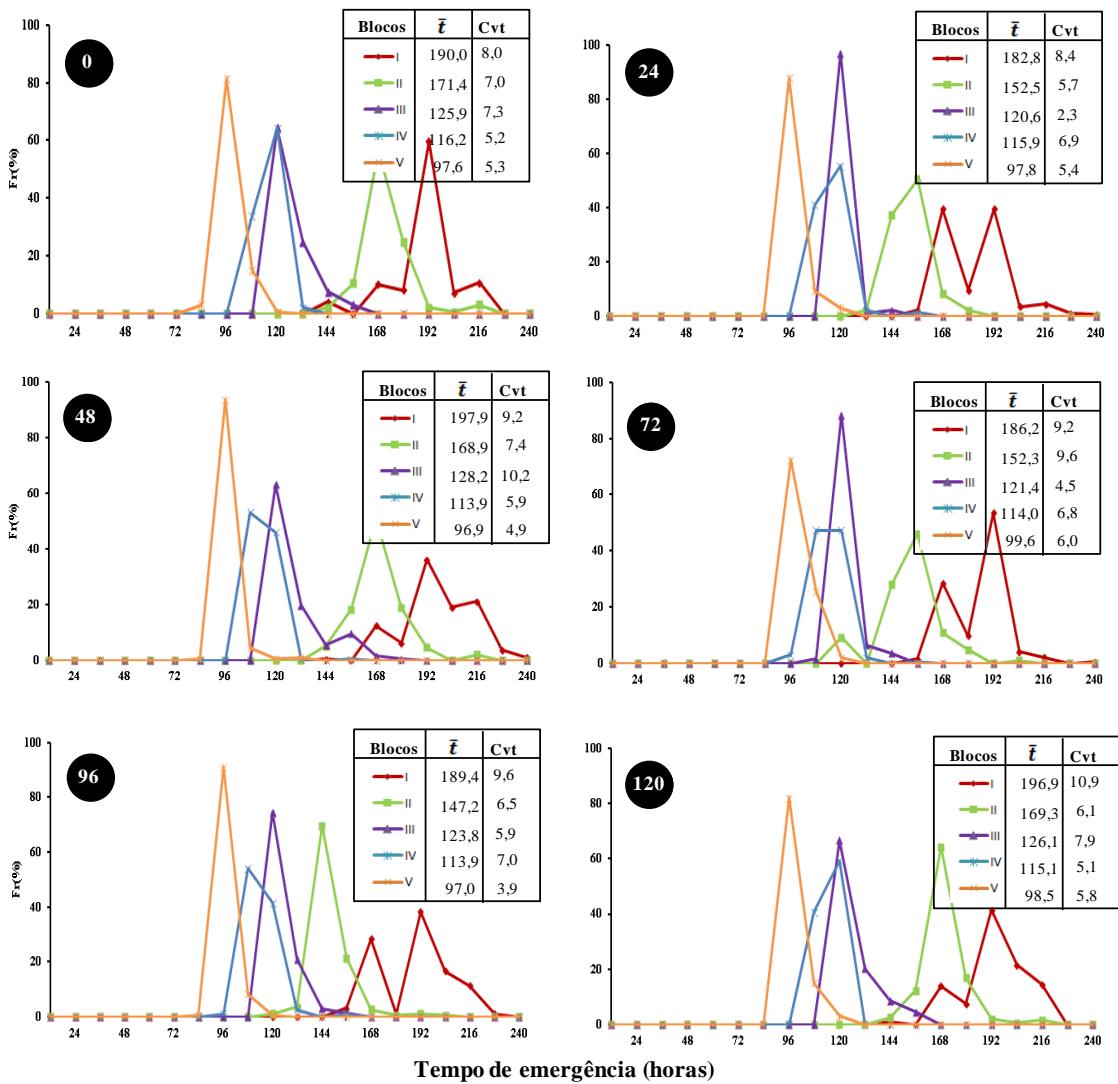


FIGURA 11B – Frequência relativa da emergência de sementes do milho híbrido (H2) submetida a períodos de permanência no caminhão (0; 24; 48; 72; 96 e 120 horas) e transportadas na posição inferior do palete durante o transporte em caminhão graneleiro — Uberlândia, MG, 2013

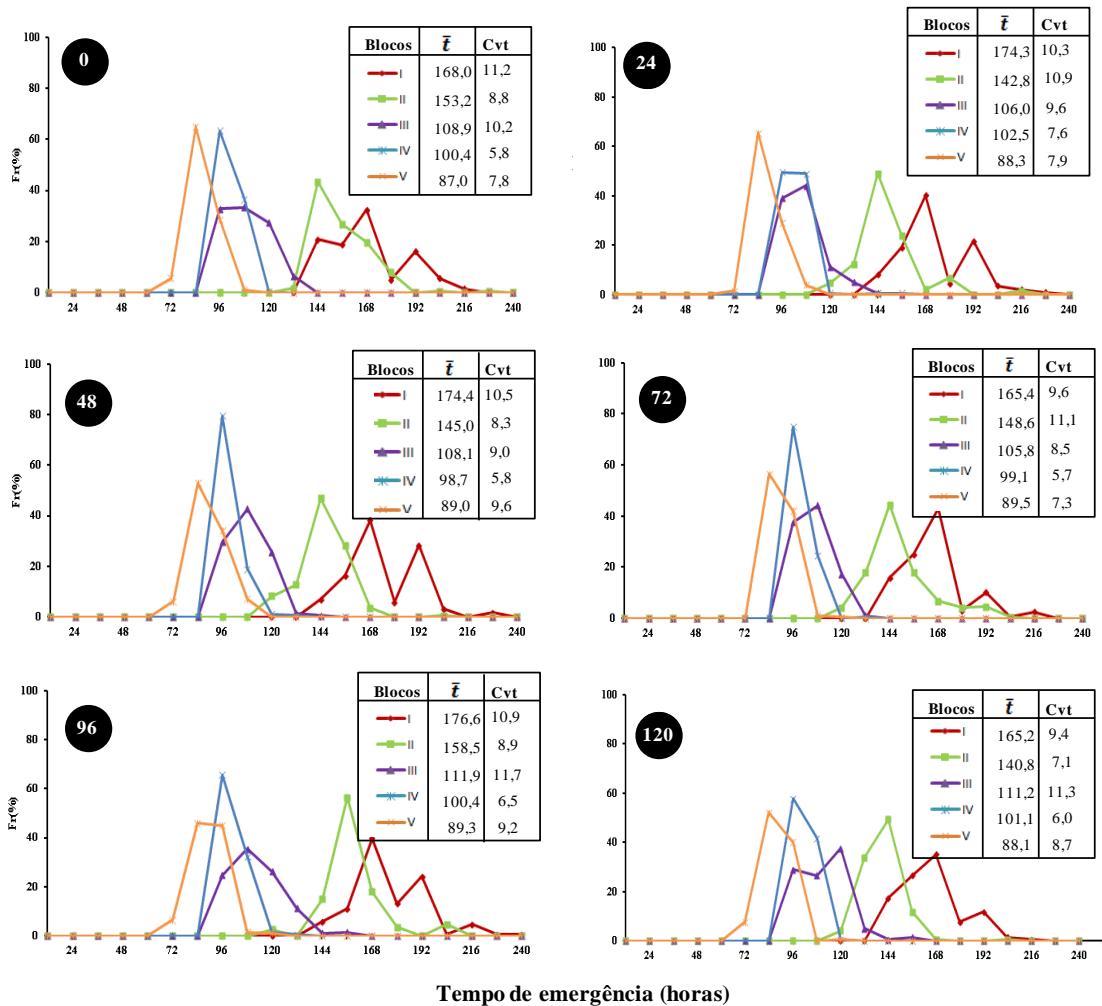


FIGURA 12B – Frequência relativa da emergência de sementes do milho híbrido (H3) submetida a períodos de permanência no caminhão (0; 24; 48; 72; 96 e 120 horas) e transportadas na posição inferior do palete durante o transporte em caminhão graneleiro — Uberlândia, MG, 2013

Impressão
GRÁFICA DA UFU
Edição textual, tradução
normalização e formatação
EDINAN J. SILVA
etalii@bol.com.br