

ANDRESSA FERNANDES DO NASCIMENTO

MÉTODO E UMIDADE DE COLHEITA NA QUALIDADE
DA SEMENTE DE MILHO VARIEDADE

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia,
como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em
Agronomia — Mestrado, área de concentração em Fitotecnia,
para a obtenção do título de Mestre.

Orientador
Prof. Dr. Carlos Machado dos Santos

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013

ANDRESSA FERNANDES DO NASCIMENTO

MÉTODO E UMIDADE DE COLHEITA NA QUALIDADE
DE SEMENTE DE MILHO VARIEDADE

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia,
como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em
Agronomia — Mestrado, área de concentração em Fitotecnia,
para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 26 de junho de 2013

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

UFU

Prof^a. Dr^a. Flávia Andrea Nery Silva

UFU

Prof. Dr. Paulo Antônio de Aguiar

ULBRA

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

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

N244m Nascimento, Andressa Fernandes do, 1986-
2013 Método e umidade de colheita na qualidade de semente de milho variedade /
Andressa Fernandes do Nascimento. -- 2013.
54 f. : il.

Orientador: Carlos Machado dos Santos.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Agronomia.
Inclui bibliografia.

1. Agronomia - Teses. 2. Milho – Semente – Teses. 3. Sementes – Qualidade –
Teses. 4. Germinação - Teses. I. Santos, Carlos Machado dos. II. Universidade
Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU: 631

Aos meus pais, Hélio Epaminondas do Nascimento e Lucimar Fernandes do Nascimento, pelo amor, pela dedicação e pelo incentivo ao meu crescimento pessoal e profissional. A vocês, pela presença sempre constante em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pelo dom da vida, por me guiar e me dar a oportunidade de concluir mais uma etapa de minha vida.

À minha família: base sólida que sempre me deu força para encarar a vida de frente, me apoiou e esteve ao meu lado em todos os momentos, com carinho, dedicação e incentivo que contribuíram muito para meu crescimento pessoal e profissional.

Aos meus pais, Hélio e Lucimar, pelo amor incondicional e pelos ensinamentos em toda minha caminhada, e à minha irmã Flávia, pela amizade e pelo companheirismo.

Ao professor doutor Carlos Machado dos Santos, pelo apoio e pelas orientações que contribuíram para minha formação profissional; sobretudo, pela amizade e paciência em todos esses anos.

À professora doutora Denise Garcia Santana, pelo suporte e pela atenção prestados no planejamento e na análise estatística dos experimentos da pesquisa.

À Agro-Sena, por ter cedido equipe, infraestrutura, maquinário e parte do campo de sementes para realização do experimento descrito nesta dissertação.

A toda a equipe Agro-Sena, em especial César Segatto e Isabel Cristina, pelo apoio à minha formação.

A todos da Fazenda Santa Luiza, pelos esforços, pelos cuidados e pela atenção na condução do experimento.

Aos professores e colegas da pós-graduação em Agronomia, pelos ensinamentos.

A Sara e ao Adílio, pelo companheirismo, pela ajuda, pela paciência e pelo apoio.

Ao senhor Joaquim, cuja ajuda foi fundamental para os testes dos experimentos de campo.

Aos estagiários Lucas, Natan, Rafael, Marcos Vinícios e Marcelo, responsáveis por uma enorme contribuição na condução dos testes.

A Francielle Olivo e a Flávia Nery, pelo tempo, pela paciência e pela atenção disponibilizados para me ajudar.

A Céleres, pelo apoio na finalização dessa etapa.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia do Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), pela oportunidade de realizar mais uma etapa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG),
pelo apoio financeiro.

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

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

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.	ii
LISTA DE TABELAS.	iii
RESUMO.	v
ABSTRACT.	vi
1 INTRODUÇÃO.	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.	3
2.1 A cultura do milho.	3
2.2 Semente do milho.	4
2.3 Colheita mecânica e manual de sementes de milho.	5
2.3.1 Métodos de colheita.	6
2.3.2 Umidade de colheita.	7
3 MATERIAL E MÉTODOS.	8
3.1 Instalação e condução do experimento de campo.	8
3.2 Delineamento experimental e tratamentos.	8
3.3 Monitoramento da umidade das sementes.	9
3.4 Colheita.	9
3.5 Grau de umidade.	11
3.6 Pré-limpeza, secagem, expurgo e beneficiamento das amostras.	12
3.7 Tratamento e acondicionamento das sementes.	14
3.8 Avaliações.	16
3.8.1 Peso de mil sementes.	16
3.8.2 Avaliação de danos mecânicos.	17
3.8.3 Teste de germinação.	18
3.8.4 Teste de frio (vigor)	19
3.8.5 Emergência em areia.	20
3.9 Análise estatística.	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.	24
4.1 Análise de variância dos dados.	24
4.2 Germinação.	26
4.3 Vigor (teste de frio)	27
4.4 Dano mecânico.	27
4.5 Emergência em areia.	28
4.6 Frequência Relativa de Emergência.	30
4.7 Desempenho do tratamento controle em relação aos demais.	32

4.8 Análise da homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos.	35
5 CONCLUSÕES.	38
REFERÊNCIAS.	39

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	A) Colheita manual das espigas; B) amostra acondicionada em saco de polipropileno trançado — Uberlândia, MG, 2011.	9
FIGURA 2	Debulha das espigas do tratamento de colheita manual na maturação fisiológica — Uberlândia, MG, 2011.	10
FIGURA 3	A) Colheita mecânica; B) recolhimento das sementes do tratamento colhido.	10
FIGURA 4	Debulha manual das espigas sobre bandejas para secagem posterior. .	11
FIGURA 5	A) Equipamento Geole 800 usado para determinar o grau de umidade; B) detalhe do equipamento mostrando o visor com o valor da umidade em porcentagem e as sementes no coletor, na base do equipamento após determinação.	11
FIGURA 6	Sementes de milho distribuídas em bandejas e deixadas em galpão à temperatura ambiente para perda de umidade até o equilíbrio higroscópico.	12
FIGURA 7	A) Sacos de papel contendo as sementes dos tratamentos colocadas na câmara 1 de fumigação; B) todos os tratamentos colocados dentro da câmara e copos plásticos posicionados adequadamente para que as pastilhas do produto fossem colocadas; C) câmara sendo vedada com o auxílio de uma fita adesiva (C); D) a câmara devidamente lacrada.	13
FIGURA 8	A) Classificação na peneira 13 x 3/4; B) classificação nas peneiras 18, 20, 22 e 24; C) sacos de papel identificados para cada fase da classificação; D) sementes de cada peneira; D) armazenamento dos tratamentos em câmara fria (E)	14
FIGURA 9	A) Solução sendo espalhada até a metade no saco plástico; B) sementes no interior do saco plástico; c) o saco é insuflado de ar e agitado o conjunto por um minuto; D) sementes sendo depositadas nas bandejas com papel para secagem pelos métodos manual e mecânico — Uberlândia, MG, 2012.	15
FIGURA 10	A) Contagem das sementes para fazer o PMS; B) repetição sendo pesada utilizando o tabuleiro contador; B) colocação da segunda folha de papel; C) os rolos de papel no germinador; D) detalhe das plântulas e sementes por ocasião da leitura.	16
FIGURA 11	Detalhes de danos mecânicos em sementes de milho evidenciados pela coloração escura, resultante da reação do iodo com o amido presente no endosperma da semente.	17
FIGURA 12	Detalhes da montagem do teste de germinação: A) semeadura utilizando o tabuleiro contador; B) colocação da segunda folha de papel; C) os rolos de papel no germinador; D) detalhe das plântulas e sementes por ocasião da leitura.	18
FIGURA 13	Detalhes da montagem do teste de frio: A) peneiração da areia; B) distribuição das 4 subamostras na parcela; C) caixa fechada pronta para ser colocada na câmara fria; D) plântulas emergidas por ocasião da avaliação. .	19
FIGURA 14	Detalhes da montagem do teste de emergência: A) sulcos com as sementes; B) canteiro com plântulas a serem avaliadas — Uberlândia, MG, 2012.	20

FIGURA 15	Frequência relativa da emergência de plântulas de milho nos experimentos com sementes de milho colhidas em momentos distintos pelos métodos manual e mecânico — Uberlândia, MG, 2012.	31
-----------	--	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Produtos comerciais com seus respectivos ingredientes ativos e doses utilizadas no tratamento das sementes — Uberlândia, MG, 2012.	14
TABELA 2	Resumo das análises de variância dos dados de plântulas normais e anormais e de sementes duras e mortas obtidos no teste de germinação, vigor (teste de frio) e dano mecânico em sementes de milho colhidas em diferentes momentos pelos métodos manual e mecânico — Uberlândia, MG, 2012.	25
TABELA 3	Resumo das análises de variância dos dados de emergência (E), tempo médio (Tm), coeficiente de variação do tempo (CVt), velocidade média (Vm), incerteza (I), sincronia (Z), tempo final (Tf) e índice de velocidade de emergência (IVE), obtidos no teste de emergência em areia com sementes de milho colhidas em momentos diversos pelos métodos manual e mecânico — Uberlândia, MG, 2012.	25
TABELA 4	Porcentagem de germinação de sementes de milho avaliadas no teste de germinação de sementes colhidas em momentos diferentes pelos métodos manual e mecânico — Uberlândia, MG, 2012.	26
TABELA 5	Plântulas anormais, sementes duras e sementes mortas avaliadas pelo teste de germinação com sementes de milho colhidas em momentos distintos pelos métodos manual e mecânico — Uberlândia, MG, 2012.	26
TABELA 6	Médias dos dados obtidos no teste de frio (vigor - %) com sementes de milho colhidas em momentos distintos pelos métodos manual e mecânico — Uberlândia, MG, 2012.	27
TABELA 7	Dano mecânico avaliado pelo teste de iodo em sementes de milho colhidas em diferentes momentos pelos métodos manual e mecânico. Uberlândia, MG, 2012.	28
TABELA 8	Médias dos dados de emergência (E), tempo médio (Tm), incerteza (I), sincronia (Z) e índice de velocidade de emergência (IVE) obtidas no teste de emergência em areia com sementes de milho colhidas em momentos diversos pelos métodos manual e mecânico — Uberlândia, MG, 2012.	29
TABELA 9	Médias dos dados de plântulas normais e anormais e de sementes duras e mortas obtidas no teste de germinação, de vigor, obtido no teste de frio, e danos mecânicos obtidos no tratamento controle e nos tratamentos envolvendo métodos e momentos de colheita de sementes de milho — Uberlândia, MG, 2012.	33
TABELA 10	Médias dos dados de emergência (E), tempo médio (Tm), coeficiente de variação do tempo (CVt), velocidade média (Vm), incerteza (I), sincronia (Z), tempo final (Tf) e índice de velocidade de emergência (IVE) obtidas no teste de emergência em areia com sementes de milho, obtidos no tratamento controle e nos tratamentos envolvendo métodos e momentos de colheita de sementes de milho — Uberlândia, MG, 2012.	34

TABELA 11	Resumo dos testes de homogeneidade das variâncias normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos, referentes às análises dos dados de emergência (%), tempo médio (Tm), coeficiente de variação do tempo (CVt), velocidade média (Vm), incerteza (I), sincronia (Z), tempo final (Tf), índice de velocidade de emergência (IVE) obtidos no teste de emergência em areia do experimento com sementes de milho colhidas em momentos diversos pelos métodos manual e mecânico — Uberlândia, MG, 2012.	36
TABELA 12	Resumo dos testes de homogeneidade das variâncias normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos referentes às análises dos dados de plântulas normais e anormais e sementes duras e mortas (teste de germinação), vigor (%; teste frio) e sementes danificadas (%) do experimento com sementes de milho colhidas em momentos diferentes pelos métodos manual e mecânico — Uberlândia, MG, 2012.	37

RESUMO

NASCIMENTO, ANDRESSA FERNANDES DO. **Método e umidade de colheita na qualidade de semente de milho variedade**. 2013. 53f. Dissertação (Mestrado Agronomia/Fitotecnia) — Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.¹

A utilização de variedades de milho adaptadas às variações ambientais entre anos e a agricultura de mínimo investimento pode ser alternativa para pequenos produtores. É comum a utilização de sementes próprias oriundas dessas variedades produzidas em propriedades pequenas. Assim a produção de sementes de boa qualidade por esses agricultores é fundamental para a melhoria da capacidade produtiva da cultura. Este estudo foi realizado com o objetivo de determinar o método e a umidade mais adequada para obtenção de sementes de alta qualidade de variedades de milho. O experimento foi montado em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial (6x2+1), cujos fatores foram: 1º fator: momentos de colheita, que foram subdivididos em umidade e dias, quatro valores de umidades — 22%, 19%, 16% e 13%, esse último também nomeado como ponto de colheita (PC) — e dois intervalos de dias — 7 e 14 dias após PC; 2º fator: métodos de colheita: colheitas manual e mecânica; e tratamento adicional: colheita no ponto de maturação fisiológica, com 35% de umidade. As características avaliadas foram: porcentagem de plântulas normais (germinação) e anormais e de sementes mortas, obtidas no teste de germinação, porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência, tempo final, tempo médio, coeficiente de variação do tempo, sincronia, incerteza e frequência relativa da emergência, obtidos no teste de emergência em areia, vigor obtido no teste de frio e danos mecânicos. Concluiu-se que a umidade da semente não interfere na germinação e no vigor das sementes colhidas manualmente com grau de umidade até 22%; na umidade de 22%, a colheita mecânica prejudica a obtenção de sementes com maior germinação. Entretanto, a emergência é afetada a partir de 19%, e sementes muito úmidas (22%) ou muito secas (<13%) são mais suscetíveis aos danos mecânicos.

Palavras-chave: colheita manual, colheita mecânico, germinação, *Zea mays* L.

¹ Orientador: Carlos Machado dos Santos — UFU.

ABSTRACT

NASCIMENTO, ANDRESSA FERNANDES DO. **Method and harvest humidity in the variety corn seed quality.** 53 pp Dissertation (Master's Degree in Agronomy/Plant) — Federal University of Uberlândia, Uberlandia, MG.²

The use of corn varieties adapted to the environmental variations between years and the agriculture of minimum investment may be an alternative for small farmers. It is usual the use of own seed which came from these varieties planted in small farms. This way good quality seeds production by these farmers is fundamental to improve the productive capacity of the culture. This study aimed to determinate the most adequate method and humidity to obtain high quality variety corn seeds. The experiment was carried out in randomized block design with four replications. Treatments were distributed in factorial scheme (6x2+1), being the 1st factor: harvest moments, which were subdivided in humidity and days; four values of humidity — 22%, 19%, 16% and 3%, the latter being named as harvest point as well — and two intervals of days — 7 and 14 days after harvest point; 2nd factor: harvest methods: manual and mechanic harvest; and additional treatment: harvest in physiological point of maturation, with 35% of humidity. Characteristics evaluated included percentage of normal seedlings (germination) and abnormal seedlings and dead seeds, obtained by germination test, emergence, emergence speed index, final time, average emergence time, coefficient of variation time, emergence synchrony index, uncertainty and relative frequency of emergency, obtained by emergence test in sand, vigor, obtained by cold test and mechanical damages. It was concluded that seed humidity did not interfere in germination and vigor of seed harvested manually; humidity at 22%, mechanical harvest damaged the obtaining of seeds with higher percentage of germination, vigor and emergency; and seed very humid (22%) or very dry (<13%) were more susceptible to mechanical damages.

Keywords: manual harvest, mechanic harvest, germination, *Zea mays* L.

² Advisor: Carlos Machado dos Santos — UFU.

1 INTRODUÇÃO

O mercado brasileiro de sementes dispõe de ampla gama de variedades de milho que atendem a produtores de todos os níveis técnicos. No mercado, há muitos agricultores que utilizam o chamado milho variedade. O uso de variedades de milho mais rústicas e adaptadas às variações ambientais entre anos e a agricultura de mínimo investimento pode ser alternativa para pequenos produtores. É comum o uso de sementes próprias oriundas dessas variedades produzidas em propriedades pequenas. Assim, a produção de sementes de boa qualidade por esses agricultores é fundamental para melhorar a capacidade produtiva da cultura.

A produção de sementes de alta qualidade fisiológica requer estudos sobre o manejo após a maturidade delas. É preciso evitar a deterioração no campo. A colheita deve ser realizada quando as sementes atingem o máximo acúmulo de matéria seca, que praticamente coincide com o máximo de germinação e vigor. A porcentagem de umidade das sementes é amplamente empregada para determinar o ponto de colheita, embora não seja bom indicativo porque tem influência ambiental e varia entre os genótipos.

Pureza genética, germinação uniforme, vigor, pureza física e qualidade sanitária são os atributos principais que a semente deve ter, sobretudo as de alta qualidade. Tais atributos são dependentes de fatores como características da espécie e variedade, condições do ambiente durante o desenvolvimento, época e procedimento de colheita, método de secagem e práticas de armazenagem.

Com a Revolução Industrial, as máquinas chegaram ao campo, e a colheita manual foi perdendo espaço para a colheita mecânica. No entanto, quando se trata de milho variedade, a maioria dos agricultores é de pequeno porte, ou seja, ainda fazem a colheita manual. Outro fator que influencia na qualidade da semente é o momento da colheita, em geral realizada em função da umidade. O milho pode começar a ser colhido a partir da maturação fisiológica com aproximadamente 36% de umidade até umidade mínima de 13%. Para a colheita com umidades superiores a 13%, o produtor deve considerar a necessidade e disponibilidade de secagem, o risco de deterioração acelerada e o gasto de energia na secagem. Ainda assim, toda a tecnologia disponível no mercado não anula as dúvidas de agricultores quanto ao método e à umidade de colheita que possibilitem obter sementes de alta qualidade.

Dito isso, tornam-se necessários mais estudos sobre variedades de milho e a qualidade fisiológica de sementes para suprir as demandas de um nicho de mercado que é fatia importante da agricultura e economia brasileira. Este estudo converge para tal necessidade. Seu objetivo foi determinar o impacto das colheitas manual e mecanizada, do grau de umidade e do tempo após o ponto de colheita na qualidade da semente de milho variedade.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.) é considerado uma das principais espécies consumidas no mundo. Dentre os cereais, seu consumo fica à frente do consumo até do arroz e do trigo. Sua importância econômica é distinta em razão de suas formas diversas de uso, que incluem alimentação animal e produção industrial com tecnologia de última geração (FANCELLI; DOURADO-NETO, 2001; CANÇADO; FREITAS, 2002; DUARTE, 2002; JACOB JÚNIOR, 2005; DEMARCHI, 2008; GLAT, 2010; COGO, 2011). Além de ter papel socioeconômico importante, é um cereal relevante no agronegócio dada sua abrangência nacional: é cultivado em quase todas as propriedades agrícolas, seja de agricultura familiar, seja a de grandes propriedades (JURACH, 2004; JUNQUEIRA, 2006; KONFLANZ, 2006; TONIN, 2008).

Uma comparação da variedade de polinização aberta com híbridos evidencia a detenção de combinações alélicas importante pelas variedades. Entretanto, a substituição pelo milho híbrido a partir da década de 1950 não apenas acelerou o processo de estreitamento da base genética do milho, como também ameaçou o conhecimento clássico do cultivo de milho variedade e crioulo (BOEF, 2007).

Na tecnificação há uma relação inversa entre o nível de tecnologia empregado na milhocultura e o uso de cultivares de polinização aberta. Ou seja, quanto mais artifícios produtivos avançados são empregados no cultivo do milho, menor é a frequência de uso do milho variedade (ARAUJO et al., 2013).

Quanto à produtividade, existe diferença entre variedade e híbrido. Em razão da presença da heterose, o híbrido apresenta uma produtividade alta que supera quantitativamente a variedade de polinização aberta. Porém, para que seja expresso todo o seu potencial produtivo, todas as condições têm de ser fornecidas ao híbrido. Além disso, o custo das sementes deste as torna inacessíveis a agricultores de baixa renda. Por outro lado, existem variedades capazes de superar o híbrido que são acessíveis à maioria de produtores menos tecnificados. Também são mais estáveis em condições diferentes de cultivo (ARAUJO et al., 2013).

A produção de milho cresce a cada ano, sobretudo quando contabilizada a segunda safra, comumente chamada de safrinha ou safra de inverno. Na safra mais recente, o Brasil plantou 15,1 milhões de hectares de milho (7,5 de milho verão e 7,6 de

milho inverno), com produção total de 72,6 milhões de toneladas. Foram obtidos na primeira e segunda safra, respectivamente, 33,9 e 38,7 milhões de toneladas (CONAB, 2012).

O abastecimento do mercado de milho é feito por produtores tradicionais e modernos. As características agronômicas do milho e a estrutura de mercado influenciam a existência dessa dualidade tecnológica que caracteriza o desenvolvimento dessa lavoura (RISSETO, 2001). Nos últimos cinco anos, a organização produtiva e a comercialização do milho passaram por transformações. Exemplificam as mudanças no setor o crescimento do número de agricultores que adotam técnicas mais modernas de produção, os novos instrumentos de comercialização, a influência crescente do mercado internacional na formação do preço interno, o contrato futuro negociado na Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F) e a diminuição da intervenção estatal (RISSETO, 2001).

2.2 Semente do milho

No caminho da evolução do homem, a descoberta do papel das sementes foi importante porque lhe possibilitou abandonar a vida nômade, fixar-se e aprender a, ciclicamente, cultivar, colher e armazenar o excedente (SOUZA FILHO, 2013). Com o aumento da população mundial, impôs-se a necessidade de produzir cada vez mais alimentos. Em razão disso, o homem começou a desenvolver e explorar técnicas de plantio e conservação do que era colhido; passou a selecionar empiricamente suas sementes para cultivo. Além dessa separação, houve aumento da área cultivada para suprir as demandas por mais alimento, ou seja, por uma produção maior.

Essa evolução consolidou a ideia de que a semente é mais que o grão que germina, porque precisa ter atributos de qualidade que vão lhe dar garantias de desempenho agrônomo satisfatório. Insumo mais nobre da agricultura, a semente é depositária de quase todos os avanços tecnológicos conquistados até o momento; por isso cada vez mais deve ter características genéticas que lhe permitam ter alto desempenho no campo — e o consequente incremento na produtividade —, bem como estar acompanhadas por alta qualidade fisiológica, física e sanitária. Estas são condições centrais para suprir a crescente demanda de alimentos e expressar um rendimento o mais próximo possível do potencial de cada cultivar (JURACH, 2004; TONIN, 2008).

A qualidade das sementes só tem significado em relação ao seu propósito ou função, a saber: a produção de plantas saudáveis para obter estandes adequados e colheitas bem-sucedidas (DELOUCHE, 1997). Na cultura do milho, a semente pode representar até 19% do custo total (EMBRAPA, 2013). Portanto, o custo da semente é pouco expressivo, uma vez que esta é o insumo-chave para cultivar lavoura de qualquer cultura. Na maioria das vezes, é responsável pelo sucesso ou fracasso do produtor (JACOB JÚNIOR, 2005).

A produção de sementes de alta qualidade exige aprimorar as tecnologias de produção, a exemplo da determinação do ponto de colheita para obter sementes de qualidade fisiológica elevada. Também requer estudos sobre o manejo após a maturidade delas. É preciso evitar a deterioração das sementes em campo (BERNARDES, 2008).

A colheita é uma etapa importante na produção: influencia significativamente a qualidade das sementes. Por isso, deve ser realizada no momento adequado e seguir recomendações técnicas para reduzir, ao máximo, possíveis perdas qualitativas e quantitativas (FARIA, 2003).

2.3 Colheita mecânica e manual de sementes de milho

Segundo Nunes (2011), a colheita é um procedimento agrícola que o produtor deve planejar em todas as fases para integrá-la a todo o sistema de produção e, assim, obter sementes que apresentem padrão superior de qualidade. Da implantação da cultura ao produto acabado, todas as etapas têm de estar diretamente relacionadas. As operações de colheita podem ser manuais ou mecanizadas, separadamente ou em conjunta. A escolha do método vai depender da área, das condições do local, da tecnologia disponível, das máquinas e da economicidade do processo (PESKE et al., 2006).

O conhecimento do ponto de colheita é fator preponderante para obter sementes de qualidade. A determinação do momento ideal de colheita depende da identificação correta do ponto de maturação fisiológica das sementes. Nesse ponto, a semente apresenta seu máximo poder germinativo e vigor; também se iniciam os processos de deterioração. Portanto, o quanto antes a semente for retirada do campo, melhor. A permanência no campo sob condições adversas acarreta perda acentuada de qualidade (BERNARDES, 2008).

As mudanças nas características morfológicas e fisiológicas durante a maturação das sementes têm sido usadas como parâmetros no desenvolvimento de métodos para identificar a maturidade e determinar o ponto de colheita sem prejuízo à qualidade fisiológica. No caso do milho, os métodos empregados mais frequentemente são os que têm como base o teor de água das sementes e a ocorrência da camada negra; mas apresentam limitações como indicadores ideais do momento de colheita (FARIA, 2003).

2.3.1 Métodos de colheita

Embora o mercado brasileiro ofereça numerosas cultivares de milho, existem pontos de estrangulamento no processo de produção de sementes de alta qualidade. Tais pontos derivam, sobretudo, da ocorrência de danos mecânicos, tidos como um dos problemas mais sérios da produção. Por isso se diz que a colheita mecânica é causa relevante de tais danos às sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988). Na colheita do milho utilizam-se os sistemas manual e mecanizado; neste último, em todas as fases do processo de produção os equipamentos devem ser regulados a fim de minimizar as perdas durante a colheita (OLIVEIRA et al., 2005).

Sementes colhidas em espigas, independentemente do método e da umidade de colheita, apresentam qualidade fisiológica superior à de sementes colhidas de forma debulhada mecanicamente. Para a colheita em espigas, o modo manual propicia sementes de maior qualidade física e fisiológica (OLIVEIRA et al., 1997). Por possibilitar a ampliação do período de colheita, assim como redução no risco de as sementes serem contaminadas por doenças de fim de ciclo e, sobretudo, por permitir a colheita no ponto de maturação fisiológica das sementes, tem sido muito utilizada.

Embora a colheita em espigas faça parte da rotina de empresas produtoras de sementes, o grau de umidade delas oscilante entre 30–35% requer cuidados especiais como despalha e secagem, que podem afetar a qualidade final. Dado o alto teor de água no momento da colheita, pode haver danos mecânicos às sementes, particularmente os danos de caráter latente (FERREIRA, 2012).

2.3.2 Umidade de colheita

Geralmente, os parâmetros utilizados para indicar a época de colheita de sementes de milho são os teores de água, o máximo acúmulo de matéria seca e o aparecimento da camada negra. A colheita das sementes de milho pode ser realizada quando ocorrer o ponto de maturação fisiológica, isto é, quando 50% das sementes na espiga apresentarem uma mancha preta no ponto de inserção entre elas e o sabugo. Chamada de camada negra ou camada preta, essa mancha indica que a semente está madura.

A colheita pode começar a partir da maturação fisiológica até a umidade de 13%. Para a colheita com umidades superiores a 13%, o produtor deve levar em consideração a necessidade e disponibilidade de secagem, o risco de deterioração acelerada e o gasto de energia na secagem (NUNES, 2011).

A semente de milho apresenta uma película protetora de característica elástica que a envolve. Essa película evita o ataque de insetos e reduz os efeitos dos impactos causados na debulha e demais processamentos. De acordo com Oliveira et al. (2005), quanto mais seca se encontra a semente, menor a elasticidade, o que a torna mais vulnerável aos danos provenientes da ação dos equipamentos. Sementes colhidas com alto grau de umidade apresentam mais qualidade sanitária, independentemente do método de colheita. Quando a colheita é mecânica, mesmo em espigas, então as despalhadoras podem provocar danos que comprometem a qualidade fisiológica (OLIVEIRA et al., 1997).

3 MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de milho avaliadas neste trabalho foram produzidas na Fazenda Santa Luiza, no município de Lagamar de Patos, Minas Gerais (18° 10' 42" S e 46° 48' 27" W), na safra 2010/2011. As avaliações foram realizadas no campo de produção comercial de sementes de milho da Empresa Agro-Sena Sementes. A variedade utilizada foi a BRS 106, desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Tem porte e ciclo intermediários, respectivamente, de 2,4 metros e 130 dias. Por ser variedade, é mais rústica, e suas sementes têm custo menor. Apresenta boa estabilidade de produção e adaptabilidade a todas as regiões brasileiras, além de resistência ao acamamento e ao ataque das principais pragas. Por tudo isso, está ao alcance de todos os produtores brasileiros, independentemente de seu nível tecnológico, econômico ou social (NOCE, 2004).

3.1 Instalação e condução do experimento a campo

O experimento foi instalado em campo de produção comercial de sementes de milho por ocasião do estágio de formação do dente — grãos farináceos (R5); portanto, já estava sendo conduzido pela empresa com o manejo que a cultura exige de maneira semelhante à área do campo. No talhão selecionado, os blocos foram instalados perpendicularmente às linhas de semeadura, e as parcelas foram delimitadas.

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi montado em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial (6x2+1), cujos fatores foram: 1º) fator: momentos de colheita — 22% de umidade das sementes, 19% de umidade das sementes, 16% de umidade das sementes, 13% (ponto de colheita), 7 dias após o ponto de colheita, 14 dias após o ponto de colheita; 2º) fator: métodos de colheita — colheita mecânica, colheita manual. Além de tratamento adicional: colheita manual no ponto de maturação fisiológica, com 35% de umidade.

3.3 Monitoramento da umidade das sementes

A partir do início do estágio R5 (formação da camada negra), a umidade das sementes passou a ser monitorada diariamente. Colhiam-se duas espigas em pontos distintos do bloco, as quais eram despalhadas e debulhadas para obter a amostra. Desta, eram realizadas duas determinações, tolerando-se variação de 0,5 entre as subamostras, conforme prescrição das Regras para Análise de Sementes/RAS (BRASIL, 2009), e utilizando-se um aparelho medidor de umidade pelo método indireto.³

3.4 Colheita

No método de colheita manual, 50 espigas foram destacadas das plantas na área útil da parcela. Uma vez acondicionadas em sacos de polipropileno trançado, foram devidamente identificados para ser transportadas até Uberlândia, MG, conforme ilustrado na Figura 1.



FIGURA 1 – A) Colheita manual das espigas; B) amostra acondicionada em saco de polipropileno trançado — Uberlândia, MG, 2011

Fonte: nosso acervo.

A colheita das espigas do tratamento adicional foi realizada manualmente quando as sementes, após o surgimento da camada negra, atingiram 35% de umidade, sendo debulhadas manualmente (FIG. 2).

³ Modelo Geole 800 — comercializado pela Indústria e Comércio Gehaka.



FIGURA 2 – Debulha das espigas do tratamento de colheita manual na maturação fisiológica — Uberlândia, MG, 2011

Fonte: nosso acervo.

A colheita mecânica ocorreu quando a umidade atingia o valor pré-determinado e, simultaneamente, com a colheita manual. Essa operação foi realizada com colhedora regulada para sementes de milho (FIG. 3A). Após a colheita de cada parcela, foram feitas as coletas das amostras na bica de descarga da colhedora sobre a carreta graneleira (FIG. 3B), sendo acondicionadas em sacos de polipropileno trançado para ser transportadas até Uberlândia. As amostras foram levadas na carroceria, aberta, de caminhonete. Ao chegarem, as que estavam em espigas foram despalhadas e debulhadas imediatamente (FIG. 4).



FIGURA 3 – A) Colheita mecânica; B) recolhimento das sementes do tratamento colhido

Fonte: nosso acervo.



FIGURA 4 – Debulha manual das espigas sobre bandejas para secagem posterior
Fonte: acervo de Sá Júnior, 2011.

3.5 Grau de umidade

A determinação do grau de umidade foi realizada no laboratório de análises de sementes (LASEM) da Universidade Federal de Uberlândia em Uberlândia (MG), utilizando o equipamento Geole 800,⁴ conforme prescrição das RAS (BRASIL, 2009) (FIG. 5).



FIGURA 5 – A) Equipamento Geole 800 usado para determinar o grau de umidade; B) detalhe do equipamento mostrando o visor com o valor da umidade em porcentagem e as sementes no coletor, na base do equipamento após determinação

Fonte: acervo de Sá Júnior, 2011.

⁴ Comercializado pela Indústria e Comércio Gehaka.

Foram avaliadas duas subamostras por parcela. Para o resultado final usou-se a média aritmética das leituras das duas subamostras, admitindo-se variação máxima de 0,5% entre elas.

3.6 Pré-limpeza, secagem, expurgo e beneficiamento das amostras

Na pré-limpeza, as sementes colhidas mecânica e manualmente foram colocadas em bandejas forradas com papel Germiteste e mantidas em galpão arejado. Foram revolvidas duas vezes ao dia, às 8h e às 15h, até que atingissem o equilíbrio higroscópico (FIG. 6).



FIGURA 6 – Sementes de milho distribuídas em bandejas e deixadas em galpão à temperatura ambiente para perda de umidade até o equilíbrio higroscópico

Fonte: acervo de Sá Júnior, 2011.

Após a secagem das parcelas, as amostras foram submetidas ao expurgo com produto à base de fosfeto de alumínio por 72 horas, na dosagem de três pastilhas por m^3 . A Figura 7 apresenta tanto os procedimentos do expurgo — constituído pelas amostras colocadas no interior da câmara e preparadas para ser expurgadas (A e B) — quanto o detalhe do vedamento da câmara com fita adesiva (FIG. 7 C e D).

Para padronizar as sementes pelo formato e pela largura, as amostras foram submetidas à classificação por peneira. Primeiramente, foi usada a peneira de crivo oblongo (13/64 x 3/4 [5,16 x 19,05mm]) e o fundo para retirar as sementes redondas (FIG. 8A). Em seguida, as sementes chatas foram submetidas a um conjunto de peneiras de crivos circulares colocadas de forma sobreposta em ordem crescente

sobre o fundo, cuja ordem de dimensão das perfurações foi 18, 20, 22 e 24 (FIG. 8B, a seguir).



FIGURA 7 – A) Sacos de papel contendo as sementes dos tratamentos colocadas na câmara 1 de fumigação; B) todos os tratamentos colocados dentro da câmara e copos plásticos posicionados adequadamente para que as pastilhas do produto fossem colocadas; C) câmara sendo vedada com o auxílio de uma fita adesiva; D) a câmara devidamente lacrada.

Fonte: nosso acervo.

Após ser separada, cada fração foi pesada e embalada, obtendo-se os pesos das sementes redondas, das sementes chatas, as peneiras 18, 20, 22 e 24 e o peso do fundo (sementes muito pequenas, mal-formadas, quebradas e impurezas — pedaços de plantas, palha, insetos etc. — FIG. 8 C e D). De posse dos pesos, calcularam-se os rendimentos por peneira, constatando-se que as sementes da peneira 22 foram predominantes; logo, seriam submetidas às avaliações. Para padronizar o volume de sementes de cada parcela, foram pesados 2,5 quilos das sementes peneira 22. Após isso, permaneceram armazenadas em câmara fria a $12 \pm 2^\circ \text{C}$ até a realização dos testes (FIG. 8E).



FIGURA 8 – A) Classificação na peneira 13 x 3/4; B) classificação nas peneiras 18, 20, 22 e 24; C) sacos de papel identificados para cada fase da classificação; D) sementes de cada peneira; D) armazenamento dos tratamentos em câmara fria (E)

Fonte: nosso acervo.

3.7 Tratamento e acondicionamento das sementes

As amostras das sementes destinadas às avaliações foram submetidas ao tratamento químico, cujos produtos e ingredientes ativos e cujas doses são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 – Produtos comerciais com seus respectivos ingredientes ativos e doses utilizadas no tratamento das sementes — Uberlândia, MG, 2012

NOME PRODUTO COMERCIAL	INGREDIENTES ATIVOS	DOSES
Actellic 500	Pirimifós-metílico (organofosforado)	8 mL/1.000 kg de semente
Maxim XL	Fludioxonil (fenilpirrol) + metalaxil-M (acilalaninato)	100 mL/100kg de semente
Starion	Bifentrina (piretróide)	16mL/1.000 kg de semente
Agral	Noni poli (etilenoxi) etanol (alquil fenóis etoxilado)	30 mL / 100 L de água

Fonte: dados da pesquisa

Com base na classificação prévia e na padronização das parcelas pelo peso, calculou-se a quantidade da solução para tratamento. A dose de cada parcela foi inserida em um saco de plástico com auxílio de seringa. A solução contendo a dose foi posta o mais próximo possível do fundo do saco e espalhada até a metade dele para distribuição mais uniforme e eficaz. Depois as sementes foram vertidas no saco plástico; e com o auxílio de um compressor de ar fez-se a insuflação. Então o conjunto (saco plástico, produto químico e sementes) era agitado até o aproveitamento máximo do produto e a cobertura uniforme das sementes (FIG. 9).

Feito isso, as sementes foram colocadas em bandeja plástica forrada com Germitest para secagem do produto e armazenamento posterior. Quando secas, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel *kraft* e armazenadas em câmara fria, regulada à temperatura de $10^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ e umidade relativa de 60%, até o momento de realização dos testes.



FIGURA 9 – A) Solução sendo espalhada até a metade no saco plástico; B) sementes no interior do saco plástico; c) o saco é insuflado de ar e agitado o conjunto por um minuto; D) sementes sendo depositadas nas bandejas com papel para secagem

Fonte: nosso acervo.

3.8 Avaliações

As análises para avaliação da qualidade das sementes foram realizadas no laboratório de análises de sementes (LASEM) do Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), em Uberlândia, MG.

3.8.1 Peso de mil sementes

O peso de mil sementes foi determinado no LASEM, conforme prescrição das RAS (BRASIL, 2009). Foram utilizadas oito subamostras de 100 sementes em cada parcela, pesadas individualmente em balança⁵ com precisão de um miligrama. Para o cálculo dos resultados, inicialmente foi determinado o coeficiente de variação dos valores obtidos nas oito pesagens de cada parcela. O coeficiente de variação não excedeu 4%, assim o peso de mil sementes foi determinado multiplicando-se por 10 a média obtida entre as oito pesagens realizadas e o resultado expresso em gramas com duas casas decimais.

No momento das pesagens, também foi determinado o grau de umidade das sementes de cada parcela conforme procedimentos descritos no item 3.3. De posse desses dados fez-se a correção do peso de 100 sementes para grau de umidade de 10% em base úmida (FIG. 10).

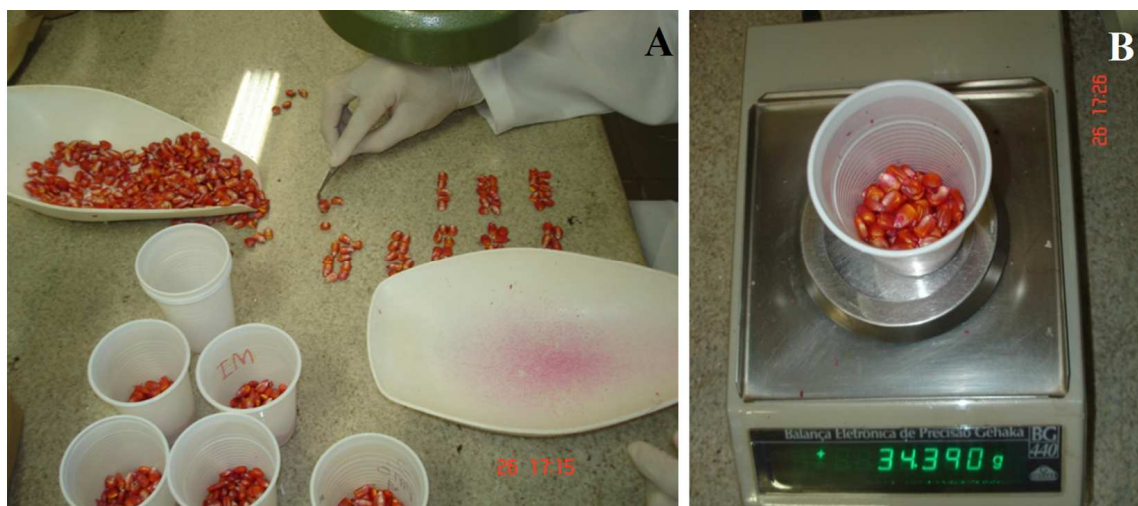


FIGURA 10 – A) Contagem das sementes para fazer o PMS; B) repetição sendo pesada
Fonte: nosso acervo.

⁵ Modelo BG 200 (comercializado pela Indústria e Comércio Gehaka).

3.8.2 Avaliação de danos mecânicos

A avaliação de danos mecânicos usou 100 sementes por parcela, distribuídas em duas subamostras de 50 sementes. Foi utilizado o teste de coloração com tintura de iodo, que consistiu em imergir as amostras em solução com 4% de iodo por cinco minutos. Em seguida, a solução foi drenada, e as sementes foram distribuídas sobre uma folha de papel toalha para avaliação visual dos danos. Aquelas que apresentavam pontas ou linhas escuras foram classificadas como danificadas, pois a cor escura indica reação de iodo com o amido armazenado na semente; ou seja, o pericarpo e o tegumento foram rompidos. Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes danificadas (MARCOS FILHO et al., 1987). Na Figura 11 são apresentadas sementes com dano evidenciado pela imersão na solução de iodo.



FIGURA 11 – Detalhes de danos mecânicos em sementes de milho evidenciados pela coloração escura, resultante da reação do iodo com o amido presente no endosperma da semente

Fonte: nosso acervo.

3.8.3 Teste de germinação

O teste de germinação ocorreu no LASEM. Foram usadas 200 sementes por parcela, distribuídas em oito subamostras de 25 sementes. Utilizou-se o substrato de rolo de papel umedecido com água deionizada, cuja quantidade, em mililitros, foi de 2,5 vezes o peso do papel seco em gramas. Os rolos foram confeccionados colocando-se uma folha de papel umedecida sobre a mesa e, com o auxílio de um tabuleiro contador, foi feita a distribuição das sementes sobre papel. Dessa maneira, uma semente não atrapalharia o desenvolvimento e desempenho de outra vizinha. A seguir, foi colocada outra folha de papel umedecido sobre as sementes cuja margem inferior foi dobrada; depois foram confeccionados os rolos, que, em grupos de quatro, foram presos com atilhos de borrachas.

Concluída a montagem, os rolos foram colocados no germinador, modelo Mangelsdorf, regulado à temperatura de 25° C. As avaliações foram feitas no sétimo dia após o início do teste, determinando-se o porcentual de plântulas normais e anormais e de sementes duras e mortas, conforme descrição da RAS (BRASIL, 2009). Na Figura 12 são apresentados detalhes da montagem do teste de germinação.

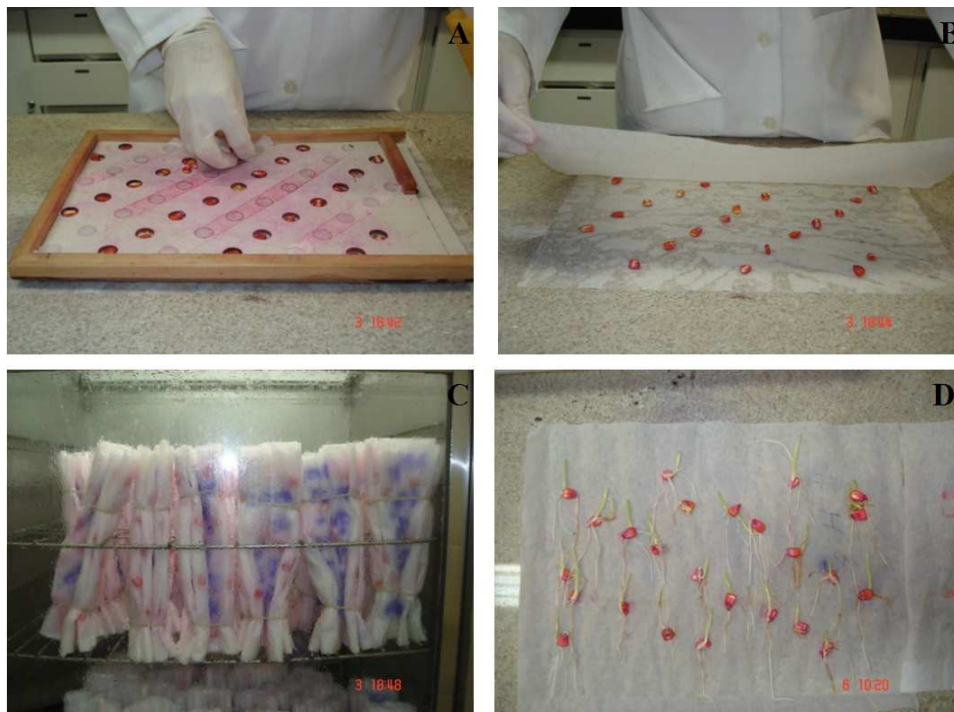


FIGURA 12 – Detalhes da montagem do teste de germinação: A) semeadura utilizando o tabuleiro contador; B) colocação da segunda folha de papel; C) os rolos de papel no germinador; D) detalhe das plântulas e sementes por ocasião da leitura.

Fonte: nosso acervo.

3.8.4 Teste de frio (vigor)

Para teste de frio, foi utilizada areia lavada de granulometria média como substrato (FIG. 13A). A areia foi acomodada em caixas plásticas (37 cm de comprimento x 26 cm de largura x 13 cm de altura), onde foram semeadas se quatro subamostras de 50 sementes por parcela, sobre uma camada de 11 cm de areia e cobrindo-as com dois cm de areia (FIG. 13B).



FIGURA 13 – Detalhes da montagem do teste de frio: A) peneiração da areia; B) distribuição das 4 subamostras na parcela; C) caixa fechada pronta para ser colocada na câmara fria; D) plântulas emergidas por ocasião da avaliação

Fonte: nosso acervo.

Feito isso, o substrato foi irrigado até atingir 60% da capacidade de retenção de água pela areia, e as caixas foram fechadas (FIG. 13C) e colocadas em câmara fria regulada à temperatura de $10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, onde permaneceram por sete dias. Concluído esse período, as bandejas foram transferidas para a casa de vegetação; depois de sete dias, houve avaliação do número de plântulas emergidas (FIG. 13D).

3.8.5 Emergência em areia

A avaliação foi conduzida em canteiros com areia de textura média, lavada e solarizada, na área experimental do ICIAG, no campus Umuarama. Foram avaliadas 200 sementes por subsubparcela, distribuídas em quatro sulcos de um metro de comprimento, com espaçamento de cinco centímetros e marcadas sobre o leito de areia nivelada, conforme ilustrado na Figura 14A. Na semeadura foi utilizado gabarito para distribuição de sementes de forma equidistante (FIG. 14A). Depois disso, as sementes foram cobertas com uma camada de areia de dois centímetros. A irrigação foi realizada de forma a manter a umidade em 60% da capacidade de retenção da areia.

A partir do início da emergência das primeiras plântulas até a estabilização do estande, foram efetuadas avaliações diárias contando-se o número de plântulas emergidas. Como emersas, foram consideradas as plântulas cujas folhas primárias estavam apontando. De posse dos dados das contagens, calcularam-se as variáveis de emergência (FIG. 14B).



FIGURA 14 – Detalhes da montagem do teste de emergência: A) sulcos com as sementes; B) canteiro com plântulas a serem avaliadas — Uberlândia, MG, 2012
Fonte: nosso acervo.

Com os dados de emergência diária, foram calculadas as expressões utilizadas na análise da emergência, tomando-se como referência Santana e Ranal (2004).

Porcentagem de emergência. Porcentual entre o número de plântulas emergidas e o número total de sementes semeadas:

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

Sendo:

E (%): porcentagem de emergência de plântulas;

E: número de plântulas emergidas;

N: número total de sementes semeadas.

Índice de velocidade de emergência (IVE). A medida adimensional comunica o número de plântulas emergidas por dia e prediz o vigor relativo de uma amostra de sementes segundo a expressão proposta por Maguirre (1962):

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

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 final de germinação (Tf). Tempo necessário para a última emergência de plântulas.

Tempo médio de emergência (Tm). Calculado como a média ponderada dos tempos de germinação, utilizando-se como pesos de ponderação o número de sementes germinadas nos intervalos de tempo estabelecidos para a coleta de dados no experimento, segundo expressão proposta por Labouriau (1983)

$$Tm = \frac{\sum_{i=1}^k ni \cdot ti}{\sum_{i=1}^k ni}$$

Sendo:

Tm: tempo médio de germinação;

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

ni: número de sementes que germinam no tempo ti;

k: último tempo de germinação de sementes.

Coefficiente de variação do tempo (CVt). Mede o grau de dispersão da emergência ao redor do tempo médio. A fórmula utilizada seguiu o modelo descrito por Ranal e Santana (2009).

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

Sendo:

S_t : desvio padrão da emergência;

$\bar{E}$: 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).

$$Fr = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^{n_i} n_i}$$

Sendo:

Fr: frequência relativa de emergência;

n_i : número de sementes emergidas no dia i .

Índice de 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 (2004):

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

Sendo:

Z: sincronia;

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

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

k: último tempo de germinação de sementes.

Índice de incerteza (I). Proposto por Labouriau e Valadares (1976), visa analisar a incerteza associada à distribuição da frequência relativa de germinação.

$$I = - \sum_{i=1}^k f_i \log_2 Fr, \text{ com } Fr = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^{n_i} n_i}$$

Sendo:

I: incerteza;

Fr: frequência relativa de germinação;

$\log_2$: logaritmo de base 2;

k: último tempo de germinação de sementes.

3.9 Análise estatística

Todas as características avaliadas foram testadas quanto às pressuposições básicas da análise de variância, dos testes de homogeneidade das variâncias, da normalidade dos resíduos e de aditividade aos efeitos (blocos e tratamentos) pelo programa estatístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), utilizando-se os testes de Shapiro Wilk (SW), Levene (F) e Tukey (F'), respectivamente.

Quando todas as pressuposições foram atendidas, as análises foram realizadas com os dados originais. No entanto, quando pelo menos uma das pressuposições não foi atendida, os dados foram transformados, e apenas nos casos nos quais a transformação corrigiu ou melhorou a eficiência das pressuposições as análises foram realizadas com os dados transformados.

Em relação às interações, foram significativas ou não com as médias comparadas pelo teste de Tukey e Scott-Knott ($P < 0,05$). Para verificar o efeito da colheita no ponto de maturação fisiológica do milho contra outros níveis de umidade e tipo de colheita, manual ou mecânico, foi aplicado o teste de Dunnett ($P < 0,05$); as análises dos testes de comparação de média ocorrem mediante o *software* Assistat versão 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2002).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de variância dos dados

Na Tabela 2 é apresentado o resumo das análises de variância dos dados de plântulas normais e anormais e de sementes duras e mortas obtidos no teste de germinação; os dados de vigor foram obtidos no teste de frio; e os dados de danos mecânicos em sementes de milho colhidas em diferentes momentos após a maturação fisiológica, pelos métodos manual e mecânico.

Nota-se que os métodos de colheita não influenciaram na ocorrência de sementes mortas, enquanto o momento de colheita não alterou a ocorrência de sementes duras. A interação métodos de colheita e momentos de colheita foi significativa apenas para germinação (plântulas normais) e vigor (teste de frio). Sobre a interação do tratamento adicional (colheita manual na maturação fisiológica) com o fatorial, foi significativa para plântulas anormais, para sementes duras e para dano mecânico.

Na Tabela 3 é apresentado o resumo das análises de variância dos dados de emergência (E), tempo médio (Tm), coeficiente de variação do tempo (CVt), velocidade média (Vm), incerteza (I), sincronia (Z), tempo final (Tf) e índice de velocidade de emergência (IVE), obtidos no teste de emergência em areia com sementes de milho colhidas em diferentes momentos pelos métodos manual e mecânico.

Verifica-se que, para todas as fontes de variação, E foi significativa; e que somente E e IVE foram significativos para momento de colheita, enquanto para método de colheita a variável E foi significativa. A interação métodos e momentos de colheita foi significativa a todas as variáveis, exceto CVt, Vm e Tf. Quanto à interação do tratamento adicional (colheita manual na maturação fisiológica) com o fatorial, foi significativa só para E.

TABELA 2 – Resumo das análises de variância dos dados de plântulas normais e anormais e de sementes duras e mortas obtidos no teste de germinação, vigor (teste de frio) e dano mecânico em sementes de milho colhidas em diferentes momentos pelos métodos manual e mecânico — Uberlândia, MG, 2012

FONTES DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	QUADRADOS MÉDIOS					
		PLÂNTULAS		SEMENTES		TESTE DE FRIO (VIGOR)	DANO MECÂNICO
		Normais	Anormais	Duras	Mortas		
Blocos	3	17,596	26,003	31,329	13,376	24,692	220,229
Métodos de Colheita (MT)	1	88,020**	128,791**	231,491**	11,020 ^{ns}	236,296**	925,289**
Momentos de Colheita (MO)	5	16,645**	34,247*	4,956 ^{ns}	7,558*	24,280*	113,688*
(MT) x (MO)	5	11,270*	7,340 ^{ns}	5,943 ^{ns}	4,708 ^{ns}	20,646*	25,354 ^{ns}
CMMF x Fatorial	1	3,847 ^{ns}	135,639**	42,786*	4,501 ^{ns}	0,067 ^{ns}	3736,694**
Resíduo	36	4,363	11,462	7,998	2,768	7,400	36,299
Coeficiente de variação (%)		2,19	72,73	90,00	62,93	2,93	39,38

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

CMMF: colheita manual na maturação fisiológica

TABELA 3 – Resumo das análises de variância dos dados de emergência (E), tempo médio (Tm), coeficiente de variação do tempo (CVt), velocidade média (Vm), incerteza (I), sincronia (Z), tempo final (Tf) e índice de velocidade de emergência (IVE), obtidos no teste de emergência em areia com sementes de milho colhidas em momentos diversos pelos métodos manual e mecânico — Uberlândia, MG, 2012

FONTES DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	QUADRADOS MÉDIOS							
		E	Tm	CVt	Vm	I	Z	Tf	IVE
Blocos	3	33,786	1,626	49,911	0,00013	1,734	0,176	0,378	6,436
Métodos de Colheita (MT)	1	90,750**	0,006 ^{ns}	1,555 ^{ns}	0,00000 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,255 ^{ns}	4,836**
Momentos de Colheita (MO)	5	34,733**	0,040 ^{ns}	3,186 ^{ns}	0,00001 ^{ns}	0,112 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,042 ^{ns}	1,671*
(MT) x (MO)	5	22,750**	0,061*	4,018 ^{ns}	0,00001 ^{ns}	0,205**	0,023**	0,017 ^{ns}	2,917**
CMMF x Fatorial	1	13,564**	0,021 ^{ns}	5,104 ^{ns}	0,00000 ^{ns}	0,030 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,048 ^{ns}	1,634 ^{ns}
Resíduo	36	6,029	0,019	1,758	0,00000	0,056	0,005	0,076	0,574
Coeficiente de variação (%)		2,59	1,77	13,15	1,71	16,80	14,16	2,62	3,15

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

CMMF: colheita manual na maturação fisiológica

Fonte: dados da pesquisa

4.2 Germinação

As médias dos dados de germinação (plântulas normais), obtidas no teste de germinação com sementes de milho colhidas em momentos diferentes pelos métodos manual e mecânico, são apresentadas na Tabela 4. Verifica-se que a germinação teve redução somente quando foram colhidas e trilhadas mecanicamente a 22% de umidade, apresentando diferença significativa da colheita manual e dos demais momentos em que foram colhidas. Quando se comparam os demais momentos de colheita dentro de cada método, verifica-se que independentemente do método a germinação não foi afetada.

TABELA 4 – Porcentagem de germinação de sementes de milho avaliadas no teste de germinação de sementes colhidas em momentos diferentes pelos métodos manual e mecânico — Uberlândia, MG, 2012¹

MOMENTOS DE COLHEITA	MÉTODOS DE COLHEITA			
	Manual		Mecânica	
22% U (bu) ²	96,25	AA	89,00	Bb
19% U (bu)	96,50	AA	94,87	Aa
16% U (bu)	97,75	AA	94,87	Aa
13% U (bu) – PC ³	97,00	AA	95,12	Aa
7 dias após PC	96,62	AA	96,25	Aa
14 dias após PC	97,12	AA	94,87	Aa

¹ Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² % U (bu): porcentagem de umidade em base úmida

³ PC: ponto de colheita

Pelos resultados na Tabela 5 é possível confirmar os efeitos negativos da colheita mecânica, que gerou maior número de plântulas anormais e sementes “duras”. É um conjunto de problemas possivelmente derivado de atraso na germinação.

TABELA 5 – Plântulas anormais, sementes duras e sementes mortas avaliadas pelo teste de germinação com sementes de milho colhidas em momentos distintos pelos métodos manual e mecânico — Uberlândia, MG, 2012¹

MOMENTOS DE COLHEITA	PLÂNTULAS ANORMAIS (%)	SEMENTES MORTAS (%)
22% U (bu) ²	6,38a	4,68a
19% U (bu)	6,74a	2,62a
16% U (bu)	2,98a	2,18a
13% U (bu) – PC ³	2,15a	2,37a
7 dias após PC	2,15a	2,25a
14 dias após PC	4,71a	2,25a
MÉTODOS DE COLHEITA	PLÂNTULAS ANORMAIS (%)	SEMENTES DURAS (%)
Manual	2,55b	1,20 b
Mecânica	5,82a	5,60 a

¹ Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² % U (bu): porcentagem de umidade em base úmida

³ PC: ponto de colheita

4.3 Vigor (teste de frio)

As médias dos dados obtidos no teste de frio (vigor) com sementes de milho colhidas em momentos variados pelos métodos manual e mecânico são apresentadas na Tabela 6. Quando se comparam os métodos de colheita, percebe-se diferença na semente: quanto mais úmida, mais dano na colheita mecânica, afetando o vigor. Dentro de colheita mecânica houve diferenciação entre os momentos de colheita; os tratamentos 16% e 7 PC tiveram melhor vigor. Na colheita manual, momentos de colheita não diferiram em umidade e tempos após o ponto de colheita.

TABELA 6 – Médias dos dados obtidos no teste de frio (vigor - %) com sementes de milho colhidas em momentos distintos pelos métodos manual e mecânico — Uberlândia, MG, 2012¹

MOMENTOS DE COLHEITA	MÉTODOS DE COLHEITA	
	Manual	Mecânica
22% U (bu) ²	93,87AA	86,12B c
19% U (bu)	96,37AA	87,25B bc
16% U (bu)	95,75AA	93,12Aa
13% U (bu) – PC ³	95,37AA	91,75Aabc
7 dias após PC	95,00AA	93,62Aa
14 dias após PC	94,87AA	92,75Aab

¹ Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

²% U (bu): porcentagem de umidade em base úmida

³ PC: ponto de colheita

4.4 Dano mecânico

As médias dos dados obtidos no teste de dano mecânico com sementes de milho colhidas em momentos diferentes pelos métodos manual e mecânico são apresentadas na Tabela 7. O dano mecânico foi mais severo na colheita mecânica, principalmente quando as sementes estavam com 22% de umidade, e foi intermediário quando as sementes foram colhidas com 19% de umidade e 14 dias após PC. Os menores danos mecânicos ocorreram quando as sementes foram colhidas com 16%, 13% e sete dias pós o ponto de colheita; as primeiras, provavelmente, em razão da quantidade de umidade, alta e muito baixa, respectivamente.

TABELA 7 – Dano mecânico avaliado pelo teste de iodo em sementes de milho colhidas em diferentes momentos pelos métodos manual e mecânico. Uberlândia, MG, 2012.¹

MOMENTOS DE COLHEITA	DANO MECÂNICO (%)	
22% U (bu) ²	19,97	b
19% U (bu)	13,08	ab
16% U (bu)	10,33	a
13% U (bu) –PC ³	10,38	a
7 dias após PC	10,06	a
14 dias após PC	13,27	ab
MÉTODOS DE COLHEITA	DANO MECÂNICO (%)	
Manual	8,46	a
Mecânica	17,24	b

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

²% U (bu): porcentagem de umidade em base úmida

³ PC: ponto de colheita

Entre os métodos de colheita, foi significativa a diferença entre colheita manual e mecânica em razão do impacto na semente ao passar pelos equipamentos de colhedoras como debulhadores e cilindros.

4.5 Emergência em areia

As médias dos dados de emergência (E), tempo médio (Tm), incerteza (I), sincronia (Z) e índice de velocidade de emergência (IVE) obtidas no teste de emergência em areia com sementes de milho colhidas em diferentes momentos pelos métodos manual e mecânico são apresentadas na Tabela 8.

Durante o teste de emergência em areia verificou-se a influência que os métodos de colheita tiveram sobre as sementes. Cabe dizer que a colheita mecânica, na maior parte das variáveis, gerou resultados inferiores àqueles observados na colheita manual. Na variável emergência, a colheita mecânica foi prejudicial aos 22% e 19% de umidade em comparação com a manual. Considerando-se a colheita mecânica, observou-se que sementes com grau maior de umidade foram mais prejudicadas, o que é indicado pelas sementes colhidas com 22%. Quando da colheita manual, as sementes colhidas à umidade de 19% tiveram porcentagem maior de emergência; aquelas colhidas aos 14 dias após o ponto de colheita apresentaram a menor porcentagem de emergência. Além da maior porcentagem de emergência, foi menor o tempo médio na colheita manual em relação à mecânica. Com exceção da variável mencionada antes, não houve diferença

significativa entre as demais variáveis no CMA. Dentro da colheita mecânica, a umidade a 19% foi a melhor estatisticamente, e 13% de umidade se caracterizou como porcentual intermediário. As demais foram estatisticamente mais lentas no tempo médio de emergência.

TABELA 8 – Médias dos dados de emergência (E), tempo médio (Tm), incerteza (I), sincronia (Z) e índice de velocidade de emergência (IVE) obtidas no teste de emergência em areia com sementes de milho colhidas em momentos diversos pelos métodos manual e mecânico — Uberlândia, MG, 2012¹

MOMENTOS DE COLHEITA	MÉTODOS DE COLHEITA	
	Manual	Mecânica
Emergência (%)		
22% U (bu) ²	96,00Aab	87,50B b
19% U (bu)	99,00Aa	95,12Ba
16% U (bu)	96,25Aab	92,87Aa
13% U (bu) –PC ³	98,25Aab	96,50Aa
7 dias após PC	95,25Aab	95,62Aa
14 dias após PC	93,75A b	94,37Aa
Tempo médio (dias)		
22% U (bu) ²	7,88Aa	8,00Aab
19% U (bu)	7,96Aa	8,17B b
16% U (bu)	7,93Aa	7,75Aa
13% U (bu) –PC ³	7,95Aa	8,00Aab
7 dias após PC	8,02Aa	7,86Aa
14 dias após PC	8,04Aa	7,85Aa
Incerteza (Bit)		
22% U (bu) ²	1,20Aa	1,50Aab
19% U (bu)	1,41Aa	1,74A b
16% U (bu)	1,36Aa	1,07Aa
13% U (bu) –PC ³	1,38Aa	1,53Aab
7 dias após PC	1,56Aa	1,25Aab
14 dias após PC	1,55Aa	1,21Aa
Sincronia		
22% U (bu) ²	0,59Aa	0,48Aab
19% U (bu)	0,52Aa	0,42A b
16% U (bu)	0,52Aa	0,61Aa
13% U (bu) –PC ³	0,52Aa	0,47Aab
7 dias após PC	0,46Ba	0,57Aab
14 dias após PC	0,46Ba	0,59Aa
IVE (plântulas.dia ⁻¹)		
22% U (bu) ²	24,57Aa	22,09B b
19% U (bu)	25,13Aa	23,58Bab
16% U (bu)	24,46Aa	24,08Aa
13% U (bu) –PC ³	24,94Aa	24,35Aa
7 dias após PC	23,97Aa	24,51Aa
14 dias após PC	23,57Aa	24,22Aa

¹ Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² % U (bu): porcentagem de umidade em base úmida

³ PC: ponto de colheita

Na colheita manual, é mais indicado o teor maior de umidade porque as sementes ficariam armazenadas no campo por um período mais curto, ou seja, ficariam menos sujeitas às condições adversas. Na colheita mecânica, deve-se dar preferência a teores de umidade mais baixos e com período de permanência menor — nesse caso, 16%. Assim como o tempo médio, a incerteza, a sincronia e o IVE não apresentaram diferença significativa dentro de colheita manual; em colheita mecânica houve diferenças.

Com relação à incerteza entre métodos de colheita e dentro de colheita manual, não foram observadas diferenças significativas; mas na colheita mecânica a 16% de umidade e 14 dias PC houve germinação mais concentrada no tempo e 19% de umidade foi tratamento com germinação distribuída ao longo de um tempo maior, enquanto as demais foram intermediárias.

Houve diferença de métodos na sincronia em 7 e 14 dias após PC, sendo a colheita manual mais uniforme que a mecânica; nesta, a melhor foi 19% de umidade, enquanto 14 dias após PC obtiveram a menor sincronia de germinação e as demais variáveis foram intermediárias.

Com relação ao índice de velocidade de plântulas, entre métodos de colheita, 22% e 19% de umidade foram diferentes estatisticamente. Dentro de colheita mecânica, essas mesmas umidades obtiveram o IVE menor e o intermediário, respectivamente; as demais obtiveram índices maiores e não apresentaram diferença estatística entre elas, tanto entre quanto dentre os métodos de colheita.

4.6 Frequência relativa de emergência

A média dos dados da frequência relativa de germinação colhidas em momentos diferentes pelos métodos manual e mecânico encontra-se na Figura 15. Nota-se que plântulas de milho concentraram emergência entre o sétimo dia e o oitavo dia de emergência. Os gráficos de frequência relativa (Fr) da emergência são apresentados na Figura 14, para os momentos de colheita, contendo seus respectivos métodos de colheita, manual e mecânica. As curvas de Fr indicam que as sementes de milho apresentaram diferenças quanto ao método e momento de colheita. Na análise de método de colheita, a colheita nas umidades 22% e 19% apresentou pico na colheita manual; no entanto, posteriormente houve uniformidade no processo de emergência. Em contrapartida, para os momentos de colheita PC+7 e PC+14, foi observado o

contrário do citado antes em relação ao método de colheita, com a diferença de um pico de taxa de frequência da colheita manual no nono dia e meio.

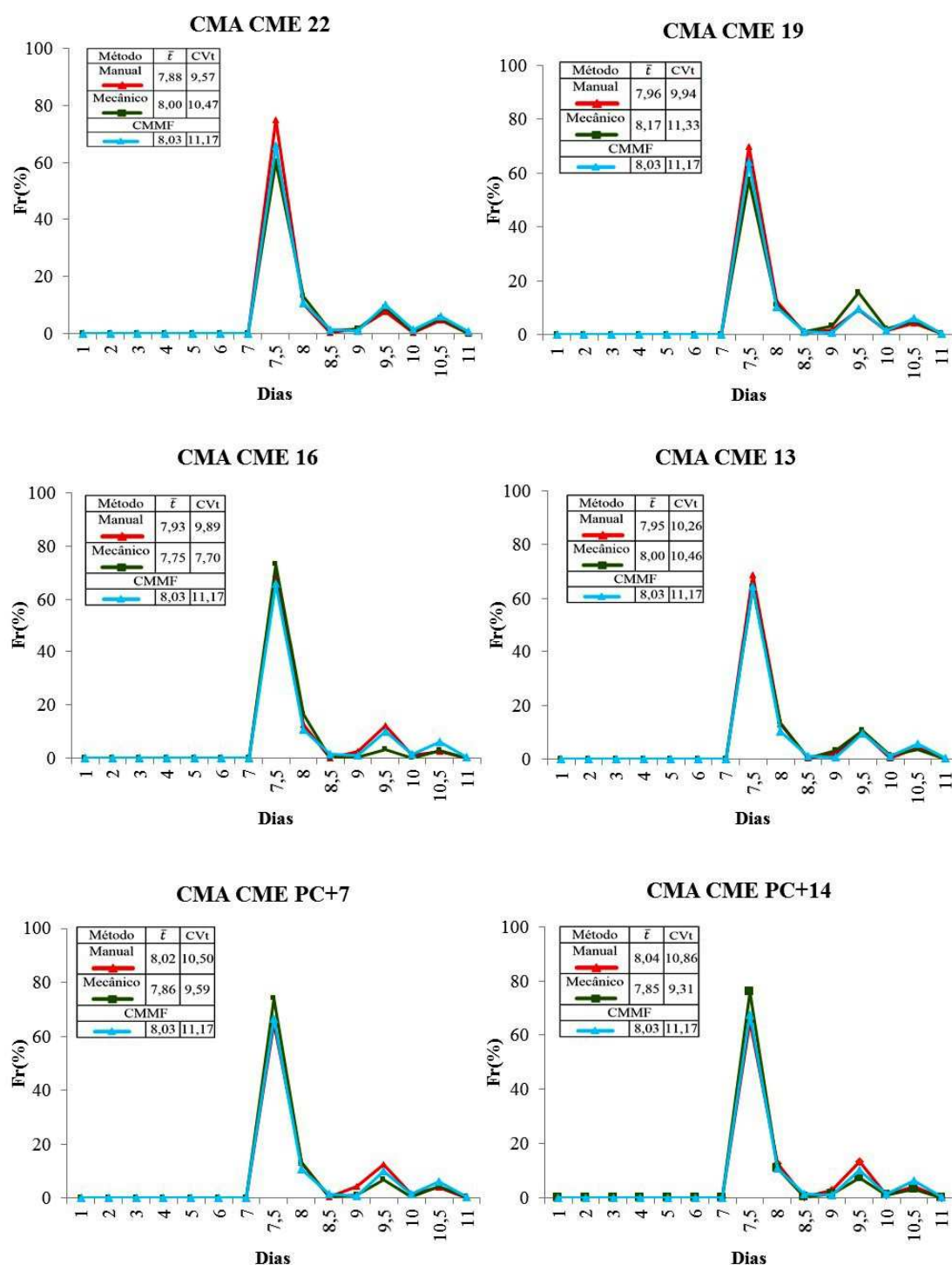


FIGURA 15 – Frequência relativa da emergência de plântulas de milho nos experimentos com sementes de milho colhidas em momentos distintos pelos métodos manual e mecânico — Uberlândia, MG, 2012

Fonte: dados da pesquisa

Para os momentos de colheita 16% e 13% de umidade, houve uniformidade na frequência da emergência, com pequena diferença no nono dia e meio, quando houve emergência menor de plântulas de colheita mecânica. Para a CMMF, esta apresentou picos de emergência semelhantes aos outros tratamentos.

Através da frequência relativa, pode-se observar que, ao longo de tempo, as sementes germinaram até atingirem um valor máximo, depois declinaram; ou, então, se a germinação atinge um máximo, declina e volta a crescer (SANTANA; RANAL, 2004). De forma geral, neste trabalho (FIG. 15), as curvas de frequência relativa apresentaram distribuição unimodal, com ocorrência de valores máximos de emergência seguidos por declínio, mas com picos pequenos em dias posteriores.

4.7 Desempenho do tratamento controle em relação aos demais

As médias dos dados de plântulas normais e anormais e de sementes duras e mortas, obtidas no teste de germinação; de vigor, obtido no teste de frio e danos mecânicos, obtidos no tratamento controle e nos tratamentos envolvendo métodos e momentos de colheita de sementes de milho são apresentadas na Tabela 9. Nota-se que apenas o tratamento colheita mecânica com grau de umidade das sementes de 22% diferiu significativamente do controle, tanto para plântulas normais quanto para sementes mortas, para valores menores e maiores em porcentagem, respectivamente. Diferentemente das variáveis citadas, a variável dano mecânico foi significativa, com valores em porcentagem abaixo do controle.

Embora a significância dos dados testados em plântulas normais seja mais recorrente na colheita manual, foi observada em sementes duras a mesma atividade; e em maior frequência na colheita mecânica. No teste de frio apenas as colheitas mecânicas a 22% e 19% de umidade tiveram efeito significativo ($P \leq 0,05$) em relação à CMMF.

Com se vê na Tabela 10, em relação à variável emergência em areia, ao passo que o CVt teve significância apenas na colheita mecânica à 16% de umidade e o IVE, na colheita mecânica a 19% de umidade a emergência obteve significância em três pontos: colheita manual a 19% e 13% de umidade e colheita mecânica a 22% de umidade.

Quanto ao vigor (teste de frio), verifica-se que somente tratamentos que envolveram colheita mecânica com graus de umidade das sementes iguais a 19% e 22% foram significativamente inferiores (TAB. 9).

TABELA 9 – Médias dos dados de plântulas normais e anormais e de sementes duras e mortas obtidas no teste de germinação, de vigor, obtido no teste de frio, e danos mecânicos obtidos no tratamento controle e nos tratamentos envolvendo métodos e momentos de colheita de sementes de milho — Uberlândia, MG, 2012.

MÉTODOS DE COLHEITA	MOMENTOS DE COLHEITA	PLÂNTULAS		SEMENTES		TESTE DE FRIO – VIGOR (%)	DANO MECÂNICO (%)
		Normais	Anormais	Duras	Mortas		
Controle (colheita manual na MF)		94,50	10,24	0,00	1,62	93,12	44,66
Manual	22% U (bu) ²	96,25 ^{ns}	3,46 ^{ns}	0,00 ^{ns}	2,75 ^{ns}	93,87 ^{ns}	16,47*
	19% U (bu)	96,50 ^{ns}	5,49 ^{ns}	0,00 ^{ns}	2,37 ^{ns}	96,37 ^{ns}	7,78*
	16% U (bu)	97,75 ^{ns}	1,43*	1,01 ^{ns}	1,75 ^{ns}	95,75 ^{ns}	6,42*
	13% U (bu) –PC ³	97,00 ^{ns}	1,43*	2,02 ^{ns}	2,37 ^{ns}	95,37 ^{ns}	6,81*
	7 dias após PC	96,62 ^{ns}	1,43*	1,43 ^{ns}	2,50 ^{ns}	95,00 ^{ns}	7,53*
	14 dias após PC	97,12 ^{ns}	2,03*	2,77 ^{ns}	1,75 ^{ns}	94,87 ^{ns}	5,73*
	Mecânica	22% U (bu) ²	89,00*	9,30 ^{ns}	6,40*	6,62*	86,12*
	19% U (bu)	94,87 ^{ns}	7,99 ^{ns}	4,05 ^{ns}	2,87 ^{ns}	87,25*	18,37*
	16% U (bu)	94,87 ^{ns}	4,52 ^{ns}	6,23*	2,62 ^{ns}	93,12 ^{ns}	14,25*
	13% U (bu) –PC ³	95,12 ^{ns}	2,86*	6,77*	2,37 ^{ns}	91,75 ^{ns}	13,96*
	7 dias após PC	96,25 ^{ns}	2,86*	6,09*	2,00 ^{ns}	93,62 ^{ns}	12,60*
	14 dias após PC	94,87 ^{ns}	7,39 ^{ns}	4,03 ^{ns}	2,75 ^{ns}	92,75 ^{ns}	20,80*
DMS Dunnett		4,30	6,98	5,83	3,43	5,61	12,42

*; ^{ns}: significativo e não significativo, respectivamente, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade

MF: maturação fisiológica

²% U (bu): porcentagem de umidade em base úmida

³ PC: ponto de colheita

TABELA 10 – Médias dos dados de emergência (E), tempo médio (Tm), coeficiente de variação do tempo (CVt), velocidade média (Vm), incerteza (I), sincronia (Z), tempo final (Tf) e índice de velocidade de emergência (IVE) obtidas no teste de emergência em areia com sementes de milho, obtidos no tratamento controle e nos tratamentos envolvendo métodos e momentos de colheita de sementes de milho — Uberlândia, MG, 2012

MÉTODOS DE COLHEITA	MOMENTOS DE COLHEITA	E	Tm	CVt	Vm	I	Z	Tf	IVE
Controle (colheita manual na MF)		93,12	8,03	11,17	0,12	1,49	0,51	10,62	23,46
Manual	22% U (bu) ²	96,00 ^{ns}	7,88 ^{ns}	9,57 ^{ns}	0,12 ^{ns}	1,20 ^{ns}	0,59 ^{ns}	10,37 ^{ns}	24,57 ^{ns}
	19% U (bu)	99,00*	7,96 ^{ns}	9,94 ^{ns}	0,12 ^{ns}	1,41 ^{ns}	0,52 ^{ns}	10,50 ^{ns}	25,13*
	16% U (bu)	96,25 ^{ns}	7,93 ^{ns}	9,89 ^{ns}	0,12 ^{ns}	1,36 ^{ns}	0,52 ^{ns}	10,37 ^{ns}	24,46 ^{ns}
	13% U (bu) –PC ³	98,25*	7,95 ^{ns}	10,26 ^{ns}	0,12 ^{ns}	1,38 ^{ns}	0,52 ^{ns}	10,50 ^{ns}	24,94 ^{ns}
	7 dias após PC	95,25 ^{ns}	8,02 ^{ns}	10,50 ^{ns}	0,12 ^{ns}	1,56 ^{ns}	0,46 ^{ns}	10,50 ^{ns}	23,97 ^{ns}
	14 dias após PC	93,75 ^{ns}	8,04 ^{ns}	10,86 ^{ns}	0,12 ^{ns}	1,55 ^{ns}	0,46 ^{ns}	10,37 ^{ns}	23,57 ^{ns}
Mecânica	22% U (bu) ²	87,50*	8,00 ^{ns}	10,47 ^{ns}	0,12 ^{ns}	1,50 ^{ns}	0,48 ^{ns}	10,62 ^{ns}	22,09 ^{ns}
	19% U (bu)	95,12 ^{ns}	8,17 ^{ns}	11,33 ^{ns}	0,12 ^{ns}	1,74 ^{ns}	0,42 ^{ns}	10,75 ^{ns}	23,58 ^{ns}
	16% U (bu)	92,87 ^{ns}	7,75 ^{ns}	7,70*	0,12 ^{ns}	1,07 ^{ns}	0,61 ^{ns}	10,50 ^{ns}	24,08 ^{ns}
	13% U (bu) –PC ³	96,50 ^{ns}	8,00 ^{ns}	10,46 ^{ns}	0,12 ^{ns}	1,53 ^{ns}	0,47 ^{ns}	10,50 ^{ns}	24,35 ^{ns}
	7 dias após PC	95,62 ^{ns}	7,86 ^{ns}	9,59 ^{ns}	0,12 ^{ns}	1,25 ^{ns}	0,57 ^{ns}	10,62 ^{ns}	24,51 ^{ns}
	14 dias após PC	94,37 ^{ns}	7,85 ^{ns}	9,31 ^{ns}	0,12 ^{ns}	1,21 ^{ns}	0,59 ^{ns}	10,50 ^{ns}	24,22 ^{ns}
DMS Dunnett		5,06	0,29	2,73	0,00	0,48	0,15	0,56	1,56

*, ^{ns}: significativo e não significativo, respectivamente, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade

MF: maturação fisiológica

²% U (bu): porcentagem de umidade em base úmida

³PC: ponto de colheita

Com relação à incidência de danos mecânicos, constata-se na Tabela 9 que o tratamento controle foi o que apresentou porcentagem maior de danos mecânicos, diferindo significativamente dos demais. Tal ocorrência, provavelmente, justifica-se porque as sementes estavam com alto grau de umidade; embora já tenham atingido a maturação fisiológica, o pericarpo e o tegumento ainda se apresentavam frágeis, uma vez que, à medida que as sementes vão desidratando, essas estruturas vão aumentando o grau de organização celular e, conseqüentemente, adquirindo mais resistência.

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

Na Tabela 11, é apresentado o resumo dos testes de homogeneidade das variâncias (Levene), normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk) e aditividade dos blocos dados referentes ao teste de emergência em canteiros com areia, sementes de milho de diferentes métodos e momentos de colheita. Embora a variável Tf necessitasse da transformação de dados na aditividade, quando estes foram transformados não houve melhora significativa; portanto, foi dada a preferência aos dados não transformados.

Na Tabela 12 é apresentado o resumo dos testes de homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos referentes às análises dos dados de plântulas normais e anormais e sementes duras e mortas (teste de germinação); vigor (%; teste frio) e sementes danificadas (%) do experimento com sementes de milho colhidas em momentos variados pelos métodos manual e mecânico. Nota-se que a variável plântulas anormais não apresentou homogeneidade pelo teste de Levene nem aditividade pelo teste de Tukey. Transformando-se esses dados, houve efeito positivo sobre os eles.

As variáveis sementes duras e dano mecânico necessitaram da transformação de dados na aditividade, com melhora dos W e F', mesmo não havendo significância na aditividade.

TABELA 11 – Resumo dos testes de homogeneidade das variâncias normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos, referentes às análises dos dados de emergência (%), tempo médio (Tm), coeficiente de variação do tempo (CVt), velocidade média (Vm), incerteza (I), sincronia (Z), tempo final (Tf), índice de velocidade de emergência (IVE) obtidos no teste de emergência em areia do experimento com sementes de milho colhidas em momentos diversos pelos métodos manual e mecânico — Uberlândia, MG, 2012

VARIÁVEIS	TESTES	SEM TRANSFORMAÇÃO		COM TRANSFORMAÇÃO		TIPO DE TRANSFORMAÇÃO
		W/F/F'	Sig	W/F/F'	Sig	
Emergência (teste de areia)	SW	0,986	0,787	—	—	NT
	Levene	2,092	0,041	—	—	
	Tukey	3,554	0,035	—	—	
Tm	SW	0,970	0,214	—	—	NT
	Levene	1,865	0,071	—	—	
	Tukey	1,311	0,260	—	—	
CVt	SW	0,989	0,915	—	—	NT
	Levene	1,228	0,300	—	—	
	Tukey	4,838	0,035	—	—	
Vm	SW	0,971	0,231	—	—	NT
	Levene	1,822	0,078	—	—	
	Tukey	0,842	0,365	—	—	
I	SW	0,987	0,829	—	—	NT
	Levene	1,900	0,065	—	—	
	Tukey	0,008	0,931	—	—	
Z	SW	0,990	0,944	—	—	NT
	Levene	1,707	0,103	—	—	
	Tukey	0,125	0,725	—	—	
Tf	SW	0,954	0,043	—	—	NT
	Levene	1,051	0,426	—	—	
	Tukey	7,958	0,008	9,037	0,005	
IVE	SW	0,960	0,077	—	—	NT
	Levene	1,861	0,071	—	—	
	Tukey	0,008	0,929	—	—	

W; F; F': Shapiro-Wilk, Levene e Tukey, respectivamente.

Valores em negrito apresentam homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos pelos testes de Levene, Shapiro-Wilk e Tukey, respectivamente, a 1% de probabilidade.

NT: não transformado

TABELA 12 – Resumo dos testes de homogeneidade das variâncias normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos referentes às análises dos dados de plântulas normais e anormais e sementes duras e mortas (teste de germinação), vigor (%; teste frio) e sementes danificadas (%) do experimento com sementes de milho colhidas em momentos diferentes pelos métodos manual e mecânico — Uberlândia, MG, 2012

VARIÁVEIS	TESTES	SEM		COM		TIPO DE TRANSFORMAÇÃO
		TRANSFORMAÇÃO		TRANSFORMAÇÃO		
		W/F/F'	Sig	W/F/F'	Sig	
Plântulas normais	SW	0,992	0,981	—	—	NT
	Levene	0,991	0,475	—	—	
	Tukey	1,650	0,365	—	—	
Plântulas anormais	SW	0,970	0,212	0,968	0,176	arcoseno $\sqrt{x/100}$
	Levene	5,477	0,000	2,536	0,014	
	Tukey	17,071	0,000	1,627	0,211	
Sementes duras	SW	0,980	0,525	0,985	0,769	arcoseno $\sqrt{x/100}$
	Levene	2,759	0,008	1,311	0,252	
	Tukey	33,551	0,000	10,190	0,003	
Sementes mortas	SW	0,966	0,141	—	—	NT
	Levene	1,555	0,146	—	—	
	Tukey	2,817	0,102	—	—	
Vigor (teste de frio)	SW	0,960	0,077	—	—	NT
	Levene	2,304	0,025	—	—	
	Tukey	0,389	0,532	—	—	
Dano mecânico	SW	0,839	0,000	0,969	0,182	arcoseno $\sqrt{x/100}$
	Levene	5,596	0,000	2,686	0,010	
	Tukey	155,750	0,000	31,832	0,000	

W; F; F': Shapiro-Wilk, Levene e Tukey, respectivamente.

Valores em negrito apresentam homogeneidade das variâncias normalidade dos resíduos e aditividade dos blocos pelos testes de Levene, Shapiro-Wilk e Tukey, respectivamente, a 1% de probabilidade.

NT: não transformado.

5 CONCLUSÕES

- ✓ A umidade da semente não interfere na germinação e no vigor das sementes colhidas manualmente com grau de umidade até 22%.
- ✓ Na umidade de 22%, a colheita mecânica prejudica a obtenção de sementes com maior germinação. Entretanto, a emergência é afetada a partir de 19%.
- ✓ Sementes muito úmidas (22%) ou muito secas (<13%) são mais suscetíveis aos danos mecânicos.

REFERÊNCIAS

- BERNARDES, K. M. **Interferência da dessecação da época de colheita do tratamento fungicida e do armazenamento na qualidade das sementes de girassol**. 2008. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: <http://www.bdtu.ufu.br/tde_arquivos/4/TDE-2010-04-13T163548Z-1896/Publico/karla.pdf>. Acesso em: 9 ago. 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.
- CANÇADO, R.A.; FREITAS, R.J.S. **Milho**: teor de umidade x atividade de água. Paraná: ed. UFPR, 2002. 7p. Disponível em: <<http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio29/milho.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2011.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. (Coord.). **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p. il.
- COGO, C. **Milho**: tendência de alta no curto prazo e no longo prazo. Agroeconômica. 2011. Disponível em: <http://www.deere.com.br/pt_BR/ag/veja_mais/info_mercado/maize.html>. Acesso em: 31 ago. 2011.
- CONAB/COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Grãos safra 2011/2012**. Nono levantamento. Junho/2012. Brasília, DF. 2012. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_06_12_16_15_32_boletim_portugues_junho_2012.pdf>. Acesso em: 9 abr. 13
- DELOUCHE, I. Qualidade das sementes. **Seed News**, Pelotas, RS, v.1, p.46, 1997.
- DEMARCHI, M. **Análise da conjuntura agropecuária** — safra 2008/2009 — Milho. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. 2008. Disponível em: <http://www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/milho_0809.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2011.
- DUARTE, J.O. **Introdução e importância econômica do milho**. Embrapa Milho e Sorgo, 2002. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivadoMilho/importancia.htm>>. Acesso em: 29 ago. 2011.
- EMBRAPA/EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Custos de produção do milho safrinha em destaque**. Brasília: 2013. Disponível em: <<http://www.cpao.embrapa.br/portal/noticias/visualiza.php?id=795>>. Acesso em: 10 abr. 13.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Milho: fisiologia da produção e produtividade. In: _____ (ed.). **Milho**: tecnologia e produtividade. Piracicaba: ed. ESALQ/LPV, 2001, p. 25–44.

FARIA, M. A. V. R. **Maturação de sementes de milho**: aspectos físicos, bioquímicos e fisiológicos. 2003. 129 f. Tese (Doutorado em Agronomia) — Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras. Disponível em: <http://bdtd.ufla.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=912>. Acesso em: 9 ago. 2012.

FERREIRA, V. F. **Qualidade de sementes de milho colhidas e despalhadas com altos teores de água**. 2012. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/459>>. Acesso em: 9 jun. 2013.

GLAT, D. **A dimensão do milho no mundo**. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<http://www.abramilho.org.br/noticias.php?cod=975>>. Acesso em: 29 ago. 2011.

JACOB JÚNIOR, E. A. **Análise do processo de classificação e da qualidade fisiológica em sementes de milho híbrido**. 2005. 39 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=113>. Acesso em: 9 ago. 2012.

JUNQUEIRA, R. Á. R. **Planejamento da produção e da logística para empresas produtoras de sementes de milho**. 2006. 218 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos. Disponível em: <http://www.bdtd.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1136>. Acesso em: 10 ago. 2012.

JURACH, J. J. **Influência do tamanho e forma na qualidade das sementes de milho durante armazenamento**. 2004. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2004. Disponível em: <http://tede.unioeste.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=44>. Acesso em: 10 ago. 2012.

KONFLAZ, V. A. **Momentos de colheita e qualidade fisiológica de sementes de linhagens e híbridos de milho**. 2006. 22 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=334>. Acesso em: 9 ago. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/MAPA. **Brasil projeções do agronegócio 2011/2012 a 2021/2022**. Brasília, DF. 2012. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/Projecoes%20do%20Agronegocio%20Brasil%202011-20012%20a%202021-2022%20\(2\)\(1\).pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/Projecoes%20do%20Agronegocio%20Brasil%202011-20012%20a%202021-2022%20(2)(1).pdf)>. Acesso em: 9 abr. 13

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

NOCE, M. A. **Milho variedade BR 106**: técnicas de plantio. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. 5 p. (Comunicado Técnico, 109).

NUNES, J.L.S. **Colheita de milho**. Agrolink. 2011. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/culturas/milho/colheita.aspx>>. Acesso em: 29 ago. 2011

OLIVEIRA, J. A. et al. Efeito do método de colheita na qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 19, n. , p. 200–06, 7 set. 1997. Disponível em: <<http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1997/v19n2/artigo10.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2013.

OLIVEIRA, M. E. C. de et. al. Danificações em sementes de milho decorrente da debulha e teor de umidade na colheita. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 5, 2005. Disponível em: <<http://eduep.uepb.edu.br/rbct/sumarios/pdf/danosmecanicos.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2013.

PESKE, S. T. et. al. **Sementes**: fundamentos científicos e tecnológicos. 2. ed. Pelotas, UFPEL 2006. 470p

RISSETO, V. V. **Fluxos de produção e consumo de milho no sul e sudeste do Brasil**. 2001. 102 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-21052002-112810/pt-br.php>>. Acesso em: 09 ago. 2012.

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

SILVA, L. H. C. **Qualidade de sementes de milho tratadas com inseticidas, ao longo do armazenamento**. 2009. 30 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009. Disponível em: <http://bdtd.ufla.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2734>. Acesso em: 09 ago. 2012.

SOUZA FILHO, A. P. S. **Defensivos agrícolas**: um alerta. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Newsletter.asp?data=09/03/2013&id=27953&secao=Artigos%20Especiais>>. Acesso em: 9 mar. 2013.

TONIN, R. F. B. **Qualidade de sementes de milho híbrido tratadas com inseticidas, armazenadas em duas condições de ambiente**. 2008. 40 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=443>. Acesso em: 9 ago. 2012.