

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

GIOVANNA EMANUELLE GONÇALVES MARIUCCI

Potencial fisiológico de sementes de milho submetidas a diferentes tratamentos e
períodos de armazenamento

Maringá

2015

GIOVANNA EMANUELLE GONÇALVES MARIUCCI

Potencial fisiológico de sementes de milho submetidas a diferentes tratamentos e períodos de armazenamento

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia

Área de concentração: Produção Vegetal

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Lucca Braccini

Maringá

2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

M343p	<p>Mariucci, Giovanna Emanuelle Gonçalves Potencial fisiológico de sementes de milho submetidas a diferentes tratamentos e períodos de armazenamento / Giovanna Emanuelle Gonçalves Mariucci. -- Maringá, 2014. 42 f. : il., figs., tabs, (algumas color.)</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Alessandro Lucca Braccini. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2015.</p> <p>1. Milho (Zea mays) - Semente - Tratamento químico. 2. Milho (Zea mays)- Germinação de semente. 3. Milho (Zea mays) - Semente - Vigor. I. Braccini, Alessandro Lucca, orient. II. Universidade Estadual Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.</p> <p>CDD 21.ed. 633.15</p>
-------	--

FOLHA DE APROVAÇÃO

GIOVANNA EMANUELLE GONÇALVES MARIUCCI

Potencial fisiológico de sementes de milho submetidas a diferentes tratamentos e períodos de armazenamento

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia, pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Alessandro Lucca Braccini
Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim
Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Alessandro Guerra da Silva
Universidade de Rio Verde

Aprovada em: 16 de dezembro de 2014
Local de defesa: Bloco J45 – Anfiteatro 2

DEDICATÓRIA

Dedico a Deus, aos meus pais, Domingos e Rosinete, aos meus irmãos e sobrinhas, aos meus familiares, aos meus amigos e aos meus professores.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu a vida, e que me concedeu mais essa conquista.

Aos meus amados pais, Domingos e Rosinete, por todo amor, exemplo, incentivo e apoio recebidos em todos os momentos da minha vida.

Ao meu irmão, Vinícius, e irmã, Sophia;, minha cunhada, Ana, e sobrinhas, Sahra, Isa e Gi, pelo incentivo, amizade e carinho.

A todos os meus familiares, pelo incentivo, em especial aos meus avós, Dirce, Carmem e Manoel (*in memoriam*), os quais foram e são os meus maiores exemplos.

Aos meus grandes amigos, Alexandre e Talita Gemelli, por toda ajuda, orientação e dedicação; com certeza o apoio e a amizade de vocês foram fundamentais para esta conquista.

Ao meu orientador, professor Dr. Alessandro Lucca Braccini, pela orientação, pelo apoio e pelas oportunidades a mim concedidas.

Ao professor Dr. Carlos Alberto Scapim, pelo apoio na minha caminhada acadêmica, pelo conhecimento compartilhado, sugestões e empenho.

Ao professor Dr. Alessandro Guerra da Silva, por todo o apoio, incentivo e amizade.

A minha companheira e amiga de pesquisa e estudos, Andréia Kazumi, pela ajuda, parceria, dedicação e amizade.

As minhas amigas Carol e Taíse, pela amizade, carinho e amparo nos momentos difíceis.

Aos amigos e parceiros/as de pesquisa, que me auxiliaram nessa jornada, em especial Luiz, Fernanda Bassani, Priscila, Danilo, Raíssa e Gleberson.

A todos os professores, funcionários e acadêmicos do Programa de pós-graduação em agronomia que contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos colegas de trabalho do Nupagri e PGA, em especial, Érika Sato e Reinaldo, pela colaboração.

A Universidade Estadual de Maringá (UEM), pelos cinco anos de graduação e dois anos de pós-graduação realizados nesta instituição.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da UEM, pela oportunidade de realização do curso.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudo.

Potencial fisiológico de sementes de milho submetidas a diferentes tratamentos e períodos de armazenamento

RESUMO

Atualmente, o tratamento químico tem sido uma realidade para aumentar o potencial de emergência das sementes, principalmente daquelas espécies de alto valor comercial, como os híbridos de milho. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a germinação e o vigor das sementes de milho submetidas a diferentes produtos e períodos de armazenamento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas no tempo, com quatro repetições. Na parcela foram distribuídos nove tratamentos: uma testemunha não tratada, um tratamento denominado de “tratamento padrão”, que incluiu a adição do fungicida e o inseticida. A partir do tratamento padrão, seis tratamentos incluíram diferentes combinações com o inoculante, os micronutrientes e o biorregulador, com a finalidade de estudar o efeito isolado dos produtos. Por fim, um tratamento denominado de “tratamento completo”, que incluiu a adição de todos os produtos, simulando situação de alto investimento no tratamento de sementes. Na subparcela, foram avaliados os períodos de armazenamento de 0, 15, 30, 45, 60 e 90 dias. Em cada período, foram realizados os testes: primeira contagem e contagem final do teste de germinação, teste de frio modificado, índice de velocidade de emergência, emergência final e comprimento de plântulas. Os resultados obtidos permitem concluir que, o vigor das sementes de milho é reduzido pelos tratamentos de sementes e pelo armazenamento. A adição de micronutrientes resultou em maior redução no vigor das sementes, independente do período de armazenamento. Não houve efeito dos tratamentos de sementes na germinação até 45 dias de armazenamento. O uso de fungicida, inseticida e inoculante se mostram viáveis, como os mais promissores tratamentos de sementes. O tratamento de sementes de milho deve ser realizado o mais próximo possível da semeadura.

Palavras-chave: *Zeamays*. Tratamento químico. Germinação. Vigor.

Physiological potential of maize seeds submitted to different treatments and storage periods

ABSTRACT

Currently, chemical treatment has been a reality for increasing the potential emergence of seeds, especially for those species of high commercial value, such as hybrid maize. This study aimed to evaluate the seed germination and vigor of maize subjected to different products and storage period. The experimental design was completely randomized in a split plot on time, with four replications. For plot were distributed 9 treatments: an untreated control , one treatment called "standard treatment", which included the addition of fungicide and insecticide. From the standard treatment, six treatments have included various combinations of inoculant, micronutrients and plant growth regulator in order to study the isolated effect of them. Lastly, a treatment called "complete treatment" which included the addition of all products, simulating high investment situation in seed treatment. In subplots the storage periods of 0, 15, 30, 45, 60 and 90 days were evaluated. In each period, the tests were evaluated as follow: first and final count of germination test, modified cold test, germination speed index, final emergence and seedling length. The obtained results permit to be concluded that, seed vigor of maize is reduced by seed treatments, and storage. Micronutrients addition resulted in higher reduction in seeds vigor, regardless of storage time. Treatments did not affect the germination up to 45 days of storage. The treatment with the combinations of fungicide, insecticide and inoculant proved to be feasible, and presented as the most promising seed treatments. It is recommended that the treatment of maize seeds should be carried out as close as possible to the sowing.

Keywords: *Zea mays*. Chemical treatment. Germination. Vigor.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Esquema dos tratamentos de sementes constituídos de diferentes combinações de produtos e respectivos volumes de calda	14
Tabela 2	Contrastes não ortogonais para a comparação das médias dos tratamentos de sementes	18
Tabela 3	Análise de variância para as variáveis: primeira contagem (PC), contagem final do teste de germinação (G), teste de frio modificado (TFM), índice de velocidade de emergência (IVE), emergência final (EF) e comprimento de plântula (CP), de sementes de milho submetidas a diferentes tratamentos de sementes e períodos de armazenamento	19
Tabela 4	Resultados dos contrastes não ortogonais pelo teste “t” de Bonferroni para a primeira contagem (PC) e contagem final (CF) do teste de germinação, em relação aos nove tratamentos de sementes em seis períodos de armazenamento	20
Tabela 5	Resultados dos contrastes não ortogonais pelo teste “t” de Bonferroni para o teste de frio modificado (TFM) e o índice de velocidade de emergência (IVE), em relação aos nove tratamentos de sementes em seis períodos de armazenamento	21
Tabela 6	Resultados dos contrastes não ortogonais pelo teste “t” de Bonferroni para a emergência final (EF) e o comprimento de plântula (CP), em relação aos nove tratamentos de sementes em seis períodos de armazenamento	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação em função do período de armazenamento	27
Figura 2	Porcentagem de plântulas normais na contagem final do teste de germinação, em função dos períodos de armazenamento	27
Figura 3	Porcentagem de plântulas normais no teste de frio modificado, em função do período de armazenamento	28
Figura 4	Índice de velocidade de emergência, em função do período de armazenamento	28
Figura 5	Porcentagem de plântulas normais do teste de emergência final, em função do período de armazenamento	29
Figura 6	Comprimento de plântulas normais, em função do período de armazenamento	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1	Importância da cultura do milho	2
2.2	Qualidade de sementes	3
2.3	Tratamento químico de sementes	5
2.4	Fungicida no tratamento de sementes	6
2.5	Inseticida no tratamento de sementes	8
2.6	Micronutrientes no tratamento de sementes	10
2.7	Biorregulador no tratamento de sementes	11
3	MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1	Instalação e condução do experimento	14
3.2	Características analisadas	15
3.2.1	Teste de germinação	15
3.2.2	Teste de frio modificado	15
3.2.3	Comprimento de plântula	16
3.2.4	Índice de velocidade de emergência	16
3.2.5	Emergência final	17
3.3	Delineamento experimental e análise estatística	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1	Resultados da análise estatística dos dados	19
4.2	Análise dos contrastes não ortogonais para o fator tratamento de sementes dentro dos períodos de armazenamento	19
4.3	Análise das regressões para o fator período de armazenamento para cada tratamento de sementes	26
4.4	Considerações finais	32
5	CONCLUSÕES	33
	REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o tratamento químico tem sido uma realidade para aumentar o potencial de emergência das sementes, principalmente daquelas espécies de alto valor comercial, como híbridos de milho. Em razão da importância de proteger e/ou melhorar o desempenho das sementes, tanto no aspecto fisiológico como econômico, há grande variedade de produtos disponíveis no mercado para esses fins.

Considerando-se o grande número de produtos, com ingredientes ativos distintos, que podem vir a ser veiculados à superfície das sementes, tem-se a preocupação quanto ao excesso de produtos aplicados simultaneamente. Esta prática pode, muitas vezes, resultar em um volume de calda superior ao volume máximo tolerado pelas sementes e causar redução na qualidade fisiológica, acarretando em decréscimo na população final de plantas no campo.

Nas unidades beneficiadoras de sementes é comum a adoção do processo de tratamento antecipado, antes do ensaque ou no momento da entrega das sementes ao produtor. Todavia, a utilização de tratamento antecipado pode causar problemas, como um possível efeito fitotóxico, e seu agravamento, em decorrência do aumento do período de armazenamento das sementes.

Estudos referentes ao tratamento químico de sementes são, geralmente, realizados sobre a eficiência dos produtos isolados, os quais podem ser fungicidas, inseticidas, micronutrientes, biorreguladores, ou ainda, algumas combinações desses produtos. Entretanto, são escassas na literatura especializada as informações referentes ao efeito da combinação de vários produtos e dos seus respectivos volumes de calda, sobre a qualidade fisiológica das sementes de milho. Além disso, tem sido pouco estudada a influência do armazenamento nesse tipo de tratamento de sementes.

Com a hipótese de que o número crescente de produtos fitossanitários adicionados ao tratamento químico pode ter influência negativa na qualidade fisiológica das sementes de milho, bem como o volume de calda resultante dessas combinações, que pode ser agravado com o armazenamento, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o potencial fisiológico das sementes de milho submetidas a diferentes combinações de produtos e de volumes de calda no tratamento de sementes armazenadas.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 Importância da cultura do milho

O milho é o cereal mais cultivado no mundo, pela sua grande diversidade de aplicações, tanto na alimentação humana quanto na alimentação animal, o que faz com que a cultura apresente importância social e econômica relevante (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000). Tal relevância, somada ao seu elevado potencial produtivo e a grande capacidade de adaptação, faz com que seja a cultura mais disseminada, sendo produzida em praticamente todo o território nacional (ROSA et al., 2012).

Em 2013, o volume de milho produzido no mundo foi de, aproximadamente, 960 milhões de toneladas (FAO, 2013). Dentro deste cenário, o Brasil ocupa o terceiro lugar como maior produtor e segundo como maior exportador mundial, atrás apenas dos Estados Unidos e da China. Nas safras 2013/14, a área cultivada em todo o país foi de, aproximadamente, 15,8 milhões de hectares, com uma produção de 79,9 milhões de toneladas (CONAB, 2014).

Na safra 2013/14, a média brasileira de milho foi de 5.057 kg ha^{-1} , ainda baixa em comparação com outros países. No entanto, se consideramos a média de dez anos atrás, cerca de 3.400 kg ha^{-1} , o Brasil vem mantendo uma taxa de crescimento de produtividade na ordem de 5% ao ano. Também, nos últimos dez anos, o Brasil evoluiu de uma produção de milho de 35 milhões de toneladas, em uma área de cultivo aproximada de 12,3 milhões de hectares, para mais de 80 milhões de toneladas em 15,8 milhões de hectares. A produção de milho cresceu em mais de 200%, enquanto a área de plantio cresceu em apenas 30% (CONAB, 2014).

Estes números refletem o grande desenvolvimento tecnológico aplicado na cultura do milho no Brasil, que, nas safras 2012/13, a taxa de utilização de sementes híbridas foi estimada em 90% (ABRASEM, 2013).

Para sustentar esse crescimento, os programas de melhoramento de milho têm apresentado os maiores avanços tecnológicos, uma vez que as sementes são utilizadas como veículo de transferência de tecnologia. Desta forma, necessita-se de constante investimento em melhorias, como o tratamento de sementes, resultando em crescentes aumentos de produtividade (HORN, 2009), visto a importância da cultura do milho, além da qualidade e do custo da semente produzida.

2.2 Qualidade de sementes

A obtenção de elevadas produtividades na cultura do milho requer a utilização de sementes de qualidade, visto que a semente é um dos principais componentes da agricultura, representando 18% nos custos de produção da cultura e responsáveis pela alta produtividade, a sua qualidade é um dos fatores primordiais ao estabelecimento e ao desempenho adequado da cultura no campo (AGUILERA et al., 2000; HUTH et al., 2013).

Para a obtenção de sementes com elevado potencial fisiológico, práticas adequadas como o tratamento químico devem ser adotadas, visando à obtenção de estandes mais uniformes e, conseqüentemente, melhores rendimentos (McDONALD, 1998). Sementes de milho de alta qualidade dão origem a plântulas mais vigorosas, bem desenvolvidas e que se estabelecem nas diferentes condições edafoclimáticas, com maior velocidade de emergência e desenvolvimento inicial (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; HENNING, 2010).

A semente possui atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, que somados, definem sua qualidade. De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), estes atributos afetam diretamente o desempenho agrônômico e a capacidade da semente em originar plantas de alta produtividade, o que é a base fundamental do sucesso de uma lavoura tecnicamente bem instalada (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; HENNING, 2010). A qualidade das sementes pode ser avaliada por meio de duas características fundamentais: viabilidade e vigor (POPINIGIS, 1985).

A viabilidade é definida como a capacidade da semente em germinar e é avaliada pelo teste de germinação. Este processo é caracterizado pela absorção de água e pela mobilização de reservas da semente. O teste é conduzido sob condições favoráveis de umidade, temperatura e substrato, permitindo expressar o potencial máximo da semente para produzir plântulas normais (BRASIL, 2009). Para Vieira, Carvalho e Sader (1994), quando em condições ideais, ou seja, com temperaturas amenas e disponibilidade de água no solo, o teste de germinação apresenta alta correlação com a emergência das plântulas no campo.

Entretanto, no campo as condições nem sempre são favoráveis, podendo ocorrer altas temperaturas e a falta de água, esse teste pode ser pouco eficiente. Os resultados a campo podem ser consideravelmente inferiores aos obtidos no teste de germinação em laboratório (BHERING et al., 2003); assim, torna-se necessária a obtenção de informações complementares para estimar o real desempenho das sementes.

O vigor é definido pela International Seed Testing Association (ISTA, 1981) como sendo o conjunto das propriedades que determinam o potencial de atividade e desempenho da

semente, ou do lote de sementes, durante o processo de germinação e emergência da plântula. Complementarmente, a Association of Official Seed Analysts (AOSA, 1983) define o conceito de vigor como aquelas propriedades que determinam o potencial de emergência e o rápido desenvolvimento de plântulas normais, em diferentes condições de ambiente.

Para Marcos Filho (2005), ambas as conceituações apresentam, de forma geral, o fato de que o vigor compreende um conjunto de características que determinam o potencial fisiológico das sementes. Este contribui para a rápida emergência e desenvolvimento de plântulas normais, sendo influenciado pelas condições de ambiente e pelo manejo durante as etapas de pré e pós-colheita. Desta forma, os testes de vigor são utilizados como forma de complementar as informações do teste de germinação, muito úteis no monitoramento da qualidade das sementes a partir da maturidade, pois a queda do vigor precede a perda da viabilidade (DIAS; MARCOS FILHO, 1995).

Alguns autores (TEKRONY; EGLI, 1991; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; HAMPTON, 2002) consideram inegável que o vigor das sementes exerce influência na produção de várias espécies, mediante seu efeito marcante sobre todos os aspectos do processo germinativo, desde a própria possibilidade de ocorrência da germinação até outras características, como a velocidade, a uniformidade, o tamanho e o peso das plântulas, refletindo no estabelecimento inicial, desenvolvimento das plantas e na produção final.

Ao avaliar o efeito do vigor de sementes de milho sobre o estabelecimento, desenvolvimento e rendimento da cultura, Durães et al. (1995) verificaram que o vigor das sementes afetou a emergência das plântulas em campo e a capacidade em acumular matéria seca nos estádios iniciais do crescimento. No entanto, os autores não observaram relação consistente entre vigor das sementes e rendimento de grãos, quando com densidade populacional adequada.

O vigor é afetado por diversos fatores, podendo ser citados como principais a deterioração, a constituição genética, as condições ambientais, o nível de nutrição da planta mãe, o estágio de maturação na colheita, o tamanho da semente, a integridade mecânica e a presença de patógenos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Logo, um único teste pode não ser capaz de avaliar todos os esses fatores; desta forma, diversos testes de vigor têm sido propostos pela pesquisa.

Delouche (2002) definiu o processo de deterioração como inexorável, irreversível e com diferenças inerentes entre espécies, quanto à longevidade e velocidade de deterioração. O grau de hidratação da semente, temperatura e herança genética influenciam fundamentalmente a velocidade e o progresso de deterioração.

Na cultura do milho, entre os fatores que afetam a qualidade fisiológica da semente, destacam-se: a época de semeadura adequada, a determinação de regiões mais propícias à produção de sementes, a utilização de híbridos ou variedades com elevada qualidade de semente, adequado isolamento, roguing e despendoamento, a colheita no momento adequado, os danos mecânicos, a infecção causada por micro-organismos, o tratamento das sementes e o armazenamento inadequado (MARTIN et al., 2007).

Considerando que o processo de deterioração irá se agravar com o decorrer do tempo e com as condições de armazenamento, afetando a qualidade fisiológica das sementes, o nível de vigor inicial dos lotes é um fator primordial para o bom desempenho das sementes a campo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Neste sentido, visto todos os aspectos envolvidos na qualidade da semente e seus efeitos na implantação e produtividade da cultura do milho, fica clara a importância de se utilizar semente de alta qualidade, assim como a adoção de tecnologias que contribuam para a sua manutenção.

2.3 Tratamento químico de sementes

O tratamento de sementes refere-se à aplicação de produtos químicos eficientes, com diferentes finalidades, a fim de preservar e aperfeiçoar a emergência das sementes, permitindo que as culturas expressem todo seu potencial genético (MENTEN; MORAES, 2010). A prática inclui a aplicação de defensivos (fungicidas e inseticidas), produtos biológicos, inoculantes, micronutrientes, bioestimulantes, entre outros, agregando tecnologia à semente (FOSSATI, 2004), com a finalidade de que apresentem a máxima capacidade germinativa e de emergência possível (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Além de oferecer proteção às sementes, o tratamento deve se estender para as plântulas a campo, mantendo o devido controle contra fungos e insetos. Os produtos devem ser compatíveis entre si, a fim de evitar prejuízos à qualidade fisiológica da semente por fitotoxicidade, ou, até mesmo, diminuir o espectro de ação esperado (MAGALHÃES, 2013). As sementes de milho, nas condições brasileiras, são rotineiramente tratadas, visto que são inegáveis as vantagens de se utilizar uma semente protegida. Entretanto, o contato da semente com fungicidas, inseticidas, nutrientes, reguladores de crescimento, polímeros, pós-secantes e até mesmo a própria água, aumenta os riscos de reduzir a qualidade fisiológica de sementes, em maior ou menor grau, dependendo do agente utilizado (DEUNER et al., 2014).

Os trabalhos que envolvem o tratamento de sementes relatam, de forma geral, estudos sobre a eficiência de produtos, separando-os por finalidade, seja inseticidas (DAN et

al., 2011), fungicidas (LIMA et al., 2011), biorreguladores (SILVA et al., 2008), fertilizantes (LUCHESE et al., 2004; ÁVILA et al., 2006) e/ou algumas combinações destes (AGUILERA et al., 2000; FESSEL; MENDONÇA; CARVALHO, 2003; FERREIRA et al., 2007; AVELAR et al., 2011). Contudo, é necessária a busca constante de novas opções para o tratamento químico. Neste sentido, é importante o estudo aprofundado dos elementos que constituem o tratamento e suas diversas combinações, bem como identificar os seus possíveis efeitos colaterais sobre as sementes e plântulas, buscar alternativas para minimizá-los, assim como verificar os benefícios que os mesmos podem proporcionar (NUNES, 2010).

2.4 Fungicida no tratamento de sementes

Na cultura do milho, para se alcançar uma lavoura homogênea e uma população adequada de plantas, deve-se fazer a correta utilização de diversas práticas, dentre elas destaca-se o tratamento de sementes com fungicidas. A prática é hoje uma das mais eficazes para o controle integrado das principais doenças do milho (GOULART; MELO FILHO, 2000), visto que grande parte das doenças que ocorrem na cultura é causada por fungos transmitidos pelas sementes.

O tratamento de sementes com fungicidas possibilita o controle dos patógenos associados às sementes, fungos do solo e de armazenamento e doenças foliares, que podem atacar as plântulas nos estádios iniciais de seu desenvolvimento e estabelecimento no campo (HENNING, 2005). Esta prática contribui para uma boa emergência, quando a semeadura coincide com condições adversas, evitando, na maioria das vezes, a necessidade da ressemeadura, conforme evidenciam Goulart, Paiva e Andrade (1995).

O uso de fungicidas no tratamento de sementes tem-se mostrado como uma estratégia economicamente viável para a cultura do milho (LIMA et al., 2011), pois representa apenas 0,5 a 1,0% do custo de produção das culturas (MENTEN; MORAES, 2010) e é uma forma segura e eficiente de controle de doenças, oferecendo garantia de estabelecimento de plântulas a baixo custo (HENNING et al., 2010).

Atualmente, a utilização de fungicidas no tratamento de sementes constitui uma tecnologia consolidada, adotada em 100% das sementes de milho híbrido (JULIATTI, 2010; MENTEN; MORAES, 2010; NUNES, 2010). Tal fato se deve às vantagens agronômicas e ambientais, assim como o reconhecimento da importância da sanidade das sementes (MENTEN; MORAES, 2010). Segundo Juliatti (2005), os fungicidas são compostos químicos de amplo uso no controle de doenças de plantas. Existem inúmeros produtos a serem

utilizados no tratamento de sementes. Alguns são de contato, com ação protetora e outros sistêmicos, com ação curativa, especificados conforme o micro-organismo patogênico presente. Neste sentido, a mistura de fungicidas de diferentes modos de ação, quando possível, é uma técnica aconselhável, permitindo o controle de um maior espectro de fungos e o manejo de resistência, prolongando o tempo de vida dos principais ativos (AGUILERA et al., 2000; JULIATTI, 2010).

Ao se estudar a eficiência de fungicidas no controle de *Fusarium moniliforme*, *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp., que são os fungos mais encontrados em sementes de milho (AGUILERA et al., 2000), Von Pinho et al. (1995) encontraram melhores resultados para sementes tratadas com os fungicidas Halt 50, TCMTB, Captan (Dicarboximide) e Metalaxyl + Thiabendazole, avaliado em teste de germinação e no teste de frio.

Ao se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de milho, em função do tamanho da semente e tratamento químico, Aguilera et al. (2000) observaram que o tratamento realizado com a mistura de Captan 75%, Deltamethrina 2,5% e Pirimiphos metil 50%, permitiu a obtenção de maior porcentagem de germinação por meio do controle dos patógenos.

Resende et al. (2008) verificaram que o fungicida Maxin[®] foi eficiente em preservar o vigor das sementes de milho, antes e após três meses de armazenamento, além de reduzir o crescimento micelial, bem como a severidade do fungo, em relação às sementes não tratadas.

Resultados obtidos por Goulart, Fialho e Fujino (2002) demonstraram que o tratamento de sementes de soja com fungicidas foi capaz de manter a germinação, o vigor das sementes e a emergência das plântulas em níveis aceitáveis, durante o período de 180 dias de armazenamento convencional, sem controle de temperatura e umidade. Esses autores observaram que houve melhor conservação das sementes tratadas com fungicidas durante o período em que elas ficaram armazenadas, em comparação às sementes não tratadas.

No entanto, devem-se tomar certos cuidados com grupos de fungicidas que podem ter efeito fitotóxico à semente (GOULART, 1993). Alves e Juliatti (2010) verificaram que o tratamento de sementes de milho com fluquinconazol no dia da semeadura reduziu a porcentagem de emergência em até 2,4%.

Observa-se que, mesmo sendo uma prática adotada em praticamente 100% das sementes das grandes culturas, como milho e soja, os produtores de sementes e as empresas continuam demandando informações a respeito da viabilidade técnica do tratamento das sementes com fungicidas, quando esses são associados com outros produtos e quando as sementes tratadas são submetidas ao armazenamento.

2.5 Inseticida no tratamento de sementes

A ocorrência de pragas destaca-se como um importante fator limitante do potencial de produção da cultura do milho, podendo afetá-la durante todo o ciclo (GASSEN, 1996). Neste sentido, tem-se como alternativa o uso de inseticidas no tratamento de sementes, a fim de evitar possíveis perdas decorrentes da ação de pragas de solo e da parte aérea (SILVA, 1998; MARTINS et al., 2009).

O ataque de insetos-pragas pode causar falhas na lavoura, podendo ocorrer desde a implantação da cultura, por essas se alimentarem das sementes após a semeadura, das raízes após a germinação e da parte aérea das plântulas após a emergência. Fica, assim, evidente que é na fase de formação que a planta está mais suscetível aos danos e à morte (BAUDET; PESKE, 2007). Desta forma, o tratamento preventivo com inseticidas vem sendo amplamente adotado, pois atua sobre diversos insetos-pragas que danificam as sementes e as plântulas jovens desde a germinação (CUNHA, 2012).

O tratamento com inseticidas confere à planta condições de defesa, possibilitando maior potencial para o desenvolvimento inicial da cultura, contribuindo para obtenção do estande almejado e evitando possíveis perdas de produtividade (BAUDET; PESKE, 2007), e se realizada de forma adequada, possibilita reduzir o número de aplicações foliares, que muitas vezes precisam ser iniciadas logo após a semeadura e emergência das plântulas (MENTEN, 1991).

O tratamento das sementes com inseticidas é considerado uma das medidas mais recomendadas na agricultura, a fim de proporcionar menor uso de pesticidas e evitar problemas de poluição ambiental (MACHADO, 2000). Assim, a indústria de defensivos para este fim tem sido crescente. Hoje em dia, cerca de 90% das sementes de milho são tratadas com inseticidas (NUNES, 2010).

Embora a aplicação de inseticidas via tratamento de sementes seja uma operação rotineira e considerada uma das formas mais eficientes de uso deste elemento (GASSEN, 1996; CECCON et al., 2004), pouco se conhece sobre a sua influência na germinação e no vigor das sementes, quando em combinação com outros produtos ao longo do armazenamento.

Alguns problemas foram discutidos por Menten (1996), quanto à utilização de tratamento antecipado. Um deles está relacionado a um possível efeito fitotóxico que pode se acentuar, conforme ocorre o aumento do período de armazenamento das sementes tratadas. Da mesma forma, resultados de pesquisa têm indicado que certos produtos, quando aplicados

nas sementes de algumas culturas, podem, em determinadas situações, ocasionar redução na germinação e na sobrevivência das plântulas, também pelo efeito da fitotoxicidade (BITTENCOURT et al., 2000; SILVEIRA; MACCARI; MARQUEZI, 2001; FESSEL et al., 2003).

Em sementes de milho, reduções significativas no vigor foram observadas por Bittencourt et al. (2000), após o tratamento com carbofuran e armazenamento por um período de 30 dias. Da mesma forma, Fessel et al. (2003) verificaram que sementes de milho tratadas com os inseticidas deltametrina (500 g t^{-1}) e pirimiphos-methyl ($8-16 \text{ ml t}^{-1}$), em doses elevadas, tiveram redução da longevidade, vigor e velocidade de emergência das plântulas. Silveira, Maccari e Marquezi (2001) também observaram reduções no desenvolvimento radicular das plântulas, após a aplicação do inseticida fipronil em sementes de milho.

Ao avaliar sementes de três híbridos de milho, Rosa et al. (2012) observaram redução no vigor das sementes tratadas com thiamethoxam, em ambientes de armazenamento, convencional e controlado, por 180 dias de armazenamento, sendo os efeitos do tratamento sujeitos a diferenças entre os híbridos empregados. Também Dan et al. (2010), estudando alguns inseticidas para o tratamento de sementes de soja e diferentes períodos de armazenamento, observaram que, com exceção do thiamethoxam, todos os outros inseticidas reduziram significativamente a germinação das sementes durante o armazenamento, em comparação com a testemunha não tratada. Isso indica que os resultados são dependentes da espécie vegetal que será tratada.

Por outro lado, alguns inseticidas podem conferir, além do efeito protetor, efeitos fisiológicos, auxiliando tanto no crescimento inicial, quanto no desenvolvimento das plantas (DAN et al., 2011). Barbosa et al. (2002), avaliando o tratamento de sementes de feijão com os inseticidas imidacloprid e o thiametoxan, constataram que os ingredientes ativos proporcionaram melhoria nas características agrônômicas da cultura, resultando em aumento de produtividade. Também, Barros, Barrigossi e Costa (2005) verificaram maior porcentagem de germinação das sementes de feijão nos tratamentos com o inseticida fipronil.

Pode-se citar, ainda, o trabalho de investigação sobre possíveis efeitos fisiológicos do thiamethoxam no desenvolvimento das plantas de soja, realizado por Tavares et al. (2007), que demonstraram efeito favorável no crescimento e na produtividade da soja, independente da dose utilizada. E por sua vez, Castro et al. (2008) observaram maior vigor das sementes de soja tratadas com imidacloprid.

Em razão da importância do uso de sementes de alta qualidade para a obtenção de uma lavoura com estande adequado e plântulas mais vigorosas, pode-se destacar, ainda, a

importância do tratamento fitossanitário das sementes contra o ataque de insetos. É grande o interesse, por parte das empresas produtoras e dos agricultores, da disponibilidade de informações quanto ao efeito dos inseticidas sistêmicos disponíveis no mercado, sobre a qualidade fisiológica das sementes tratadas. Além disso, necessita-se de maiores investigações sobre a influência desses produtos, quando aplicados isolados ou em combinações com outros produtos, bem como o seu efeito no armazenamento das sementes tratadas.

2.6 Micronutrientes no tratamento de sementes

O tratamento de sementes tornou-se, também, uma alternativa para a aplicação de alguns micronutrientes. A facilidade operacional, o baixo custo, a maior uniformidade de distribuição dos minerais, assim como a maior disponibilidade dos nutrientes na fase inicial de crescimento das plantas, são algumas das vantagens atribuídas ao fornecimento de nutrientes via sementes (FAROOQ et al., 2012).

Neste sentido, tem-se que o objetivo da adição de micronutrientes via sementes é o de aumentar os teores iniciais dos elementos, assim como a absorção desses pela planta (CHENG, 1985), além de garantir uma fonte de nutrição para as plantas oriundas dessas sementes. De acordo com Farooq et al. (2012), os teores de zinco e cobre nos tecidos das plantas são maiores na fase inicial de crescimento, indicando que há maior necessidade destes elementos nesta fase, que pode ser suprida por meio do tratamento de sementes (LUCHESE et al., 2004).

Benefícios na germinação e vigor com o uso de zinco, aplicado via tratamento de sementes, foram observados em milho, trigo e soja (SINGH, 2003). Harris et al. (2007) obtiveram aumento no rendimento de grãos de milho, quando utilizaram tratamento de sementes com sulfato de zinco. Dias (2013), trabalhando com doses de zinco e cobre adicionadas ao tratamento de sementes de milho, verificou que a qualidade fisiológica das sementes não foi afetada ao longo dos 12 meses de armazenamento, sendo a prática uma alternativa viável e eficaz para o fornecimento desses elementos para as plantas de milho.

Sfredo et al. (1997) obtiveram resposta ao tratamento de sementes de soja com produtos comerciais, sendo o molibdênio o grande responsável pelo aumento da produção em 480 kg ha^{-1} e no teor de proteína nos grãos em 60 g kg^{-1} , não verificando resposta quando da adição de outros micronutrientes.

Entretanto, alguns estudos contradizem os benefícios citados, levantando a questão de que podem ocorrer efeitos fitotóxicos causados pelo uso de micronutrientes via sementes.

Como verificado por Ribeiro, Santos e Menezes (1994) que avaliaram o efeito de seis fontes de zinco e de boro aplicadas em sementes de milho, os resultados indicaram que a aplicação de zinco não prejudicou a germinação e o vigor das sementes, pelo período de oito meses de armazenamento. Ao contrário do boro diminuiu a germinação e o vigor.

Também Pessoa, Luchese e Luchese (2000) verificaram que concentrações elevadas de sais, próximas à semente, podem prejudicar a emergência das plântulas. Os autores trabalharam com diferentes doses de boro e observaram menor desenvolvimento inicial das plantas em sementes tratadas com doses superiores a $0,04 \text{ g kg}^{-1}$, redução e atraso na germinação com doses de boro iguais ou superiores a $0,20 \text{ g kg}^{-1}$ e ausência de germinação na dose de $4,00 \text{ g kg}^{-1}$, sendo esta última tóxica às sementes. Luchese et al. (2004) observaram na avaliação de diferentes doses de sulfato de cobre, aplicadas via semente, a redução na porcentagem de emergência de plantas de milho com o aumento da dose de cobre.

De acordo com Farooq et al. (2012), deve-se considerar a influência de diversos fatores, como a formulação do nutriente, a dosagem, as combinações de formulação, a espécie, a cultivar e a qualidade inicial das sementes. Trabalhos que visam o emprego de diversos micronutrientes no tratamento de sementes são importantes, uma vez que as respostas que se têm até o momento são obtidas de forma isolada, imediatamente após o tratamento, sem considerar as combinações com os outros produtos fitossanitários e períodos de armazenamento.

2.7 Biorregulador no tratamento de sementes

Cultivos de alta tecnologia, como o milho, adotam diversas inovações no sistema produtivo. Logo, é crescente o surgimento de novos produtos para a incorporação de aditivos às sementes (FERREIRA et al., 2007). Atualmente, a utilização de biorreguladores, visando o aumento da qualidade das sementes e do potencial produtivo das plantas, está entre as modernas técnicas agrícolas, sendo tal prática amplamente difundida nos países mais tecnificados (SERCILOTO, 2002).

Os biorreguladores vegetais são substâncias químicas sintetizadas, biologicamente ativas e não nutrientes. Estas substâncias, quando aplicadas exogenamente, em baixas concentrações, possuem ações similares aos grupos de hormônios vegetais conhecidos, auxinas, giberelinas, citocininas, retardadores, inibidores e etileno (CASTRO, 2006).

Segundo Castro e Vieira (2001), os biorreguladores agem na degradação de substâncias de reserva das sementes, na diferenciação, divisão e alongamento celulares. Esses

produtos são capazes de promover, inibir ou modificar processos morfológicos e fisiológicos nos vegetais, podendo incrementar a produção e melhorar a qualidade de sementes.

Na categoria de biorregulador, está incluído o produto comercial Stimulate[®], que apresenta em sua composição três reguladores vegetais, sendo 90 mg L⁻¹ (0,009%) de cinetina (citocinina), 50 mg L⁻¹ (0,005%) de ácido giberélico (giberelina), 50 mg L⁻¹ (0,005%) de ácido indolbutírico (auxina) e 99,981% de ingredientes inertes (STOLLER DO BRASIL, 1998). O Stimulate[®] é um produto genérico sintético de hormônios vegetais conhecido também como bioestimulante, em função da sua composição e proporção de substâncias.

O uso de reguladores de crescimento na fase de germinação tem apresentado resultados positivos, melhoras no desempenho das plântulas, acelerando a velocidade de emergência e realçando o potencial fisiológico das sementes. Esses efeitos foram observados em soja (KLAHOLD et al., 2006; ÁVILA et al., 2008; MOTERLE et al., 2008; ALBRECHT et al., 2010), feijão (ALLEONI; BOSQUEIRO; ROSSI, 2000), algodão (VIEIRA; SANTOS, 2005; ALBRECHT et al., 2009) e milho (DOURADO NETO et al., 2004; DAN et al., 2014).

Alleoni (1997), avaliando o efeito do Stimulate[®] no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro, concluiu que houve aumento no crescimento inicial das plantas em até 1,2%, quando o produto foi aplicado nas sementes, em relação ao controle. Por sua vez, Milléo (2000), utilizando Stimulate[®] no tratamento de sementes e no sulco de semeadura, na cultura do milho (cv. Zeneca 8474), registrou que o bioestimulante proporcionou maior velocidade na emergência, maior produção de massa seca, maior número de fileiras de grãos por espiga e maior produção de grãos.

Também Vieira (2001), em sementes de soja (*Glycinemax*), feijão (*Phaseolus vulgaris*) e arroz (*Oryza sativa*), testou o Stimulate[®] na concentração de 7,0 mL kg⁻¹ de sementes, tendo verificado efeitos favoráveis na germinação de sementes, no vigor de plântulas, no crescimento radicular, na área foliar e na produtividade. Assim como Leite, Roselem e Rodrigues (2003) avaliaram a aplicação de Stimulate[®] em soja, via tratamento de sementes e/ou pulverização foliar. Os autores concluíram que o tratamento de sementes com o produto, na concentração de 4 mL kg⁻¹ de sementes, combinado com aplicação foliar de 750 mL ha⁻¹, geraram maiores valores de área foliar e de produtividade.

Belmont (2003) observou resposta positiva na germinação de sementes tratadas com Stimulate[®] (10, 15, 20 e 25,0 mL 0,5 kg⁻¹ de sementes) em três cultivares de algodão (CNPA 7H, BRS Verde e Aroeira do Sertão). Enquanto Silva et al. (2008), tratando sementes de milho com Stimulate[®] (12,5 mL kg⁻¹ de semente), verificaram, para a linhagem de milho L57,

redução de 38% na germinação; porém, para o híbrido GNZ 2004 houve aumento de 29% na germinação.

Dan et al. (2014), trabalhando com Stimulate[®] (12,5 mL kg⁻¹ de semente) em sementes de milho, de alto e médio vigor, verificaram que o tratamento de sementes com o biorregulador promoveu menor intensidade na redução da qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento por 180 dias nos lotes de maior vigor. Em lotes de médio vigor, os maiores benefícios do biorregulador ocorrem em até 60 dias de armazenamento. No entanto, Dário e Baltiere (1998), quando trataram sementes com o Stimulate[®], não observaram diferenças significativas no vigor. Becker et al. (1999) na avaliação de nove reguladores de crescimento disponíveis no mercado americano, com variações da dose recomendada, não observaram aumentos significativos na germinação e emergência do milho.

Estes resultados de pesquisa contraditórios indicam a necessidade de mais estudos a respeito da viabilidade técnica desses produtos à base de hormônios na qualidade fisiológica das sementes e na produtividade das culturas. Neste sentido, deve-se atentar para os reais ganhos com a incorporação desses produtos à semente, que é a principal responsável por todo o potencial genético e produtivo da cultura. Além disso, na cultura do milho há poucas informações relacionadas ao tratamento de sementes com biorreguladores, particularmente em combinações com outros produtos, no decorrer e após o armazenamento.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Instalação e condução do experimento

As avaliações de qualidade fisiológica das sementes foram conduzidas no Laboratório de Tecnologia de Sementes do Núcleo de Pesquisa Aplicada à Agricultura (Nupagri), pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da UEM.

O estudo envolveu nove tratamentos de sementes conforme descritos na Tabela 1: uma testemunha não tratada, um tratamento denominado de “tratamento padrão”, que incluiu a adição do fungicida e o inseticida. A partir do tratamento padrão, seis tratamentos incluíram diferentes combinações com o inoculante, os micronutrientes e o biorregulador, com a finalidade de estudar o efeito isolado dos produtos. Por fim, um tratamento denominado de “tratamento completo”, que incluiu a adição de todos os produtos, simulando situação de alto investimento no tratamento de sementes.

Os produtos utilizados no presente estudo foram o fungicida Fludioxonil + Metalaxyl - M (Maxim XL[®] na dose de 0,15 L 100 kg⁻¹ de sementes), o inseticida Thiametoxan (Cruiser 350FS[®] na dose de 0,6 L 100 kg⁻¹ de sementes), o inoculante com *Azospirillum brasilense* (AzoTotal[®] na dose de 0,40 L 100 kg⁻¹ de sementes), o fertilizante líquido contendo os micronutrientes zinco, boro, cobre, ferro, manganês e molibdênio (Awaken[®] na dose de 0,80 L 100 kg⁻¹ de sementes) e o biorregulador contendo cinetina, ácido giberélico e ácido 4-indol 3-butírico (Stimulate[®] na dose de 1,25 L 100 kg⁻¹ de sementes).

Tabela 1. Esquema dos tratamentos de sementes constituídos de diferentes combinações de produtos e respectivos volumes de calda

Nº	TRATAMENTO DE SEMENTES				VOLUME DE CALDA (L 100 kg ⁻¹ de sementes)	
T1	Testemunha				0,00	
T2	Fungicida ¹	Inseticida ²	(Padrão)		0,75	
T3	Fungicida ¹	Inseticida ²	Inoculante ³		1,15	
T4	Fungicida ¹	Inseticida ²		Micronutrientes ⁴	1,55	
T5	Fungicida ¹	Inseticida ²			Biorregulador ⁵	2,00
T6	Fungicida ¹	Inseticida ²	Inoculante ³	Micronutrientes ⁴		1,95
T7	Fungicida ¹	Inseticida ²	Inoculante ³		Biorregulador ⁵	2,40
T8	Fungicida ¹	Inseticida ²		Micronutrientes ⁴	Biorregulador ⁵	2,80
T9	Fungicida ¹	Inseticida ²	Inoculante ³	Micronutrientes ⁴	Biorregulador ⁵	3,20

¹Maxin XL[®] (Fludioxonil + Metalaxyl-M) na dose de 0,15 L 100 kg⁻¹ de sementes;

²Cruiser[®] (Thiametoxam) na dose de 0,60 L 100 kg⁻¹ de sementes;

³AzoTotal[®] (*Azospirillum brasilense*) na dose de 0,40 L 100 kg⁻¹ de sementes;

⁴Awaken[®] (Nitrogênio + Zinco + Boro + Cobre + Ferro + Manganês + Molibdênio) na dose de 0,80 L 100 kg⁻¹ de sementes;

⁵Stimulate[®] (Cinetina + ác. Giberélico + ác. 4-indol 3-butírico) na dose de 1,25 L 100 kg⁻¹ de sementes.

Foram utilizadas sementes do milho híbrido comercial ‘CD 324 PRO’, as quais receberam diferentes volumes de calda resultantes das combinações dos diferentes produtos utilizados no tratamento de sementes. O recobrimento das sementes foi feito manualmente, utilizando-se 3,0 kg de sementes para cada tratamento, as quais foram adicionadas junto à calda em sacos plásticos. A agitação do conjunto foi feita até a completa distribuição dos produtos e total recobrimento das sementes, com posterior secagem à sombra.

Após o tratamento, uma parte das sementes foi submetida às avaliações iniciais (período 0), enquanto que as outras partes foram acondicionadas em sacos de papel ‘kraft’ e armazenadas em condição ambiente de laboratório, com avaliação diária da temperatura e da umidade relativa do ar, por meio de termo-higrômetro portátil. As avaliações seguintes foram realizadas aos 15, 30, 45, 60 e 90 dias após o início do armazenamento.

3.2 Características analisadas

Para avaliar os efeitos dos tratamentos de semente e dos períodos de armazenamento no potencial fisiológico das sementes de milho, foram utilizados os testes descritos abaixo:

3.2.1 Teste de germinação

O teste de germinação foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes para cada tratamento, colocadas para germinar entre três folhas de papel toalha do tipo “germitest”, umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do substrato seco. Foram confeccionados rolos, sendo estes levados para um germinador regulado para manter constante à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$. As avaliações foram realizadas aos quatro (1ª contagem) e sete dias (contagem final), computando-se a porcentagem de plântulas normais, segundo os critérios estabelecidos nas regras para análise de sementes (BRASIL, 2009). Foram consideradas plântulas normais as que apresentaram a raiz principal com tamanho superior a 9 cm e parte aérea maior que 5 cm e presença de, no mínimo, duas raízes seminais. A primeira contagem foi considerada um indicativo de vigor e a contagem final, da germinação das sementes.

3.2.2 Teste de frio modificado

O teste de frio modificado foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes para cada tratamento. Como substrato, foram utilizadas três folhas de papel do tipo

“germitest” umedecidas com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso do substrato seco. Após a confecção dos rolos, estes foram envoltos por sacos plásticos e lacrados com fita adesiva, permanecendo nessa condição por um período de sete dias em uma câmara de germinação, regulada à temperatura constante de $10 \pm 1^\circ\text{C}$. Em seguida, os rolos foram levados para um germinador regulado para manter constante a temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, por mais quatro dias, procedendo-se, então, a contagem das plântulas normais, de acordo com a metodologia proposta por Barros et al. (1999). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais obtidas na data de avaliação, segundo os critérios adotados para o teste de germinação (BRASIL, 2009).

3.2.3 Comprimento de plântula

Nesta avaliação, preparou-se o substrato da mesma maneira descrita para o teste de germinação. No entanto, foram utilizadas cinco subamostras de 20 sementes para cada tratamento. As sementes foram dispostas sobre duas folhas de papel do tipo “germitest”, previamente umedecidas com água destilada, cobrindo-as com uma terceira folha. As sementes foram, então, distribuídas com o embrião voltado para a extremidade inferior do substrato. Em seguida, foram confeccionados rolos, os quais permaneceram em germinador regulado à temperatura constante de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, por quatro dias. As medições, em centímetros, foram efetuadas com o auxílio de régua milimétrica e os resultados foram expressos em cm plântula^{-1} (NAKAGAWA, 1999).

3.2.4 Índice de velocidade de emergência

O teste foi conduzido em casa de vegetação a partir da semeadura de quatro subamostras de 50 sementes para cada tratamento, em bandejas contendo 8 kg de areia lavada e esterilizada. As plântulas emergidas foram contadas diariamente entre o início da emergência e o momento de estabilização numérica das contagens. Os resultados foram expressos em índice de velocidade de emergência, conforme proposto por Maguire (1962):

$$\text{I.V.E.} = (G_1/N_1) + (G_2/N_2) + \dots + (G_n/N_n),$$

em que:

I.V.E. = índice de velocidade de emergência;

G = número de plântulas normais computadas nas contagens;

N = número de dias da sementeira à 1ª, 2ª... enésima avaliação.

3.2.5 Emergência final

O teste foi realizado em conjunto com o índice de velocidade de emergência. As plântulas consideradas normais foram contadas aos 15 dias após a sementeira, de acordo com as recomendações de Nakagawa (1999).

3.3 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas no tempo, com quatro ou cinco repetições, conforme a variável analisada. Na parcela foram distribuídos a testemunha não tratada e os oito tratamentos de sementes e volumes de calda. Na subparcela, foram avaliados os períodos de armazenamento de 0, 15, 30, 45, 60 e 90 dias. Em um delineamento no esquema de parcelas subdivididas, com os estudos de medidas repetidas no tempo, duas pressuposições básicas requeridas pela análise de variância são violadas: a falta de casualização e a dependência de erros (FREITAS, 2007). Assim, para que as estatísticas dos testes de hipótese envolvendo comparações intraindivíduos tenham distribuição F exata, Huynh e Feldt (1970) mostraram que uma condição suficiente e necessária é que a matriz de covariâncias satisfaça a condição de esfericidade.

Desta forma, fez-se o teste de esfericidade proposto por Mauchly (1940) em que é possível verificar se a matriz de covariâncias atende a condição de H-F, para que o teste F da análise de variância usual, no esquema de parcelas subdivididas no tempo, seja válido. Atendendo às condições necessárias, os dados foram submetidos à análise de variância (Anova) e, em seguida, foram feitos os desdobramentos necessários para diagnosticar possíveis efeitos da interação, independente da significância pelo teste F ($P < 0,05$).

Utilizou-se a análise de regressão para verificar o ajuste de modelos polinomiais (linear e quadrático) e modelos não lineares (logarítmico e exponencial) para as variáveis dependentes, em função dos períodos de armazenamento (fator quantitativo de efeito fixo). Foram considerados os modelos significativos de maior grau e com desvios da regressão não significativos, em nível de 5% de probabilidade, de acordo com Banzatto e Kronka (2008). Para as comparações das médias dos efeitos dos tratamentos de sementes (fator qualitativo de

efeito fixo), foram estabelecidos os seguintes contrastes não ortogonais apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Contrastes não ortogonais para a comparação das médias dos tratamentos de sementes

C1 =	Testemunha vs todos=	8T1 – T2 – T3 – T4 – T5 – T6 – T7 – T8 – T9
C2 =	Testemunha vs padrão ¹ =	T1 – T2
C3 =	Testemunha vs completo ² =	T1 – T9
C4 =	Padrão vs(padrão + inoculante)=	T2 – T3
C5 =	Padrão vs(padrão + micronutrientes)=	T2 – T4
C6 =	Padrão vs(padrão + biorregulador)=	T2 – T5
C7 =	(padrão + inoculante) vs(padrão + inoculante + micronutrientes) =	T3 – T6
C8 =	(padrão + inoculante) vs(padrão + inoculante + biorregulador)=	T3 – T7
C9 =	(padrão + micronutrientes) vs(padrão + inoculante + micronutrientes)=	T4– T6
C10 =	(padrão + micronutrientes) vs(padrão + micronutrientes + biorregulador)=	T4 – T8
C11 =	(padrão + biorregulador) vs(padrão + inoculante + biorregulador)=	T5 – T7
C12 =	(padrão + biorregulador) vs(padrão + micronutrientes + biorregulador)=	T5 – T8
C13 =	(padrão + inoculante + micronutrientes) vs completo=	T6 – T9
C14 =	(padrão + inoculante + biorregulador) vs completo=	T7 – T9
C15 =	(padrão + micronutrientes + biorregulador) vs completo=	T8 – T9

¹(fungicida + inseticida);

²(fungicida + inseticida + inoculante + micronutriente + biorregulador).

Os contrastes foram submetidos ao teste “t” de Bonferroni, em nível de 5% de probabilidade, de acordo com Gomes e Garcia (2002). A análise estatística dos dados coletados foi realizada por meio dos softwares SISVAR (FERREIRA, 2000) e R (R CORE TEAM, 2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados da análise estatística dos dados

Na Tabela 3 estão apresentados os p-valores e os coeficientes de variação para as características analisadas, em relação ao fator tratamento de sementes (TS) e período de armazenamento (PER), assim como para a interação. Após submeter os dados aos testes e verificada a condição de esfericidade para as variáveis chegou-se aos resultados da análise de variância. Estes revelaram efeitos significativos, a 5% de probabilidade, para ambos os fatores e sua interação (tratamento de sementes x período), para todas as variáveis analisadas.

Desta forma, foram analisados os resultados referentes aos desdobramentos da interação entre os níveis dos fatores para as variáveis: primeira contagem do teste de germinação (PC), contagem final (CF), teste de frio modificado (TFM), índice de velocidade de emergência (IVE), emergência final (EF) e comprimento de plântula (CP).

Tabela 3. Análise de variância para as variáveis: primeira contagem (PC), contagem final do teste de germinação (G), teste de frio modificado (TFM), índice de velocidade de emergência (IVE), emergência final (EF) e comprimento de plântula (CP), de sementes de milho submetidas a diferentes tratamentos de sementes e períodos de armazenamento

F. V.	G. L.	p-valor					G. L.	p-valor
		PC	G	TFM	IVE	EF		
Tratamentos de sementes (TS)	8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	8	0,0000
Erro a	27						36	
Período (P)	5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	5	0,0000
TS * P	40	0,0218	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	40	0,0183
Erro b	135						180	
C.V. a (%)	-	10,75	4,07	6,01	8,09	8,09	-	7,55
C.V. b (%)	-	11,56	2,82	7,88	9,21	9,21	-	8,68

4.2 Análise dos contrastes não ortogonais para o fator tratamento de sementes dentro dos períodos de armazenamento

Os resultados dos contrastes não ortogonais utilizados para analisar o comportamento dos tratamentos de sementes, dentro de cada período de armazenamento, estão apresentados na Tabela 4 para as variáveis primeira contagem (PC) e contagem final (CF) do teste de germinação, na Tabela 5 para teste de frio modificado (TFM) e índice de velocidade de emergência (IVE) e na Tabela 6 para a emergência final (EF) e comprimento de plântula (CP). O estudo dos contrastes possibilitou isolar o efeito dos produtos, com a finalidade de investigar quais produtos, que nas condições deste trabalho, influenciaram o potencial fisiológico das sementes do milho híbrido 'CD 324 PRO'.

Tabela 4. Resultados dos contrastes não ortogonais pelo teste “t” de Bonferroni para a primeira contagem (PC) e contagem final (CF) do teste de germinação, em relação aos nove tratamentos de sementes em seis períodos de armazenamento

Contrastes	Armazenamento (dias)											
	0		15		30		45		60		90	
	Estimativas dos contrastes											
	PC	CF	PC	CF	PC	CF	PC	CF	PC	CF	PC	CF
C1 Testemunha vs todos	189,5*	7,0 ^{ns}	213,5*	29,0 ^{ns}	174,0*	34,5 ^{ns}	153,5*	35,5 ^{ns}	165,5*	61,5*	83,5*	67,0*
C2 Testemunha vs padrão	10,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}	14,0*	1,0 ^{ns}	4,5 ^{ns}	0,5 ^{ns}	1,0 ^{ns}	-0,5 ^{ns}	-1,0 ^{ns}	1,5 ^{ns}	0,0 ^{ns}	1,0 ^{ns}
C3 Testemunha vs completo	41,0*	2,0 ^{ns}	42,5*	8,0*	36,0*	14,5*	32,5*	14,0*	44,5*	18,5*	30,5*	22,0*
C4 Padrão vs(padrão + ino ¹)	-0,5 ^{ns}	1,0 ^{ns}	-1,5 ^{ns}	0,0 ^{ns}	4,5 ^{ns}	0,0 ^{ns}	5,5 ^{ns}	-0,5 ^{ns}	10,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}	-0,5 ^{ns}	0,0 ^{ns}
C5 Padrão vs(padrão + micro ²)	10,5 ^{ns}	1,0 ^{ns}	7,5 ^{ns}	2,0 ^{ns}	14,0*	5,0 ^{ns}	14,5*	5,0 ^{ns}	19,0*	5,5 ^{ns}	-0,5 ^{ns}	5,5 ^{ns}
C6 Padrão vs(padrão + bior ³)	9,0 ^{ns}	0,5 ^{ns}	8,5 ^{ns}	0,5 ^{ns}	13,5*	-0,5 ^{ns}	18,0*	1,0 ^{ns}	14,5*	0,5 ^{ns}	14,5*	1,0 ^{ns}
C7 (padrão + ino) vs (padrão + ino + micro)	16,0*	0,0 ^{ns}	20,0*	2,5*	20,5*	3,0 ^{ns}	18,5*	6,0 ^{ns}	14,5*	6,5 ^{ns}	14,0*	11,0*
C8 (padrão + ino) vs (padrão + ino + bior)	11,5 ^{ns}	0,0 ^{ns}	12,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}	13,5*	0,5 ^{ns}	14,0*	1,0 ^{ns}	8,0 ^{ns}	1,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}	1,0 ^{ns}
C9 (padrão + micro) vs (padrão + ino + micro)	5,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}	11,0 ^{ns}	0,5 ^{ns}	11,0 ^{ns}	-2,0 ^{ns}	9,5 ^{ns}	0,5 ^{ns}	5,5 ^{ns}	10 ^{ns}	14,0*	5,5 ^{ns}
C10 (padrão + micro) vs (padrão + micro + bior)	22,5*	0,5 ^{ns}	22,0*	7,0*	17,5*	3,5 ^{ns}	18,0*	8,5*	23,0*	13,5*	27,0*	14,0*
C11 (padrão + bior) vs (padrão + ino + bior)	2,0*	1,5 ^{ns}	2,0 ^{ns}	-0,5 ^{ns}	4,5 ^{ns}	1,0 ^{ns}	1,5 ^{ns}	-0,5 ^{ns}	3,5 ^{ns}	0,5 ^{ns}	-15,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}
C12 (padrão + bior) vs (padrão + micro + bior)	24,0*	2,0 ^{ns}	21,0*	8,5*	18,0*	9,0*	14,5*	12,5*	27,5*	18,5*	12,0 ^{ns}	18,5*
C13 (padrão + ino + micro) vs completo	15,5 ^{ns}	1,0 ^{ns}	10,0 ^{ns}	4,5 ^{ns}	6,5 ^{ns}	11,0 ^{ns}	7,5 ^{ns}	9,0*	21,0*	10,5*	17,0 ^{ns}	10,0*
C14 (padrão + ino + bior) vs completo	20,0*	1,0 ^{ns}	18,0*	7,0*	13,5*	13,5*	12,0 ^{ns}	14,0*	27,5*	16,0*	31,0*	20,0*
C15 (padrão + micro + bior) vs completo	-2,0 ^{ns}	0,5 ^{ns}	-1,0 ^{ns}	-2,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}	5,5 ^{ns}	-1,0 ^{ns}	1,0 ^{ns}	3,5 ^{ns}	-2,0 ^{ns}	4,0 ^{ns}	1,5 ^{ns}

¹inoculante; ²micronutrientes; ³bioregulador.

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05); ^{ns}não significativo (P>0,05).

Tabela 5. Resultados dos contrastes não ortogonais pelo teste “t” de Bonferroni para o teste de frio modificado (TFM) e o índice de velocidade de emergência (IVE), em relação aos nove tratamentos de sementes em seis períodos de armazenamento

Contrastes	Armazenamento (dias)											
	0		15		30		45		60		90	
	Estimativas dos contrastes											
	TFM	IVE	TFM	IVE	TFM	IVE	TFM	IVE	TFM	IVE	TFM	IVE
C1 Testemunha vs todos	82,5*	14,3*	226,0*	21,6*	237,0*	19,5*	238,5*	29,8*	241,0*	26,0*	303,0*	34,2*
C2 Testemunha vs padrão	-0,5 ^{ns}	0,6 ^{ns}	4,0 ^{ns}	1,5 ^{ns}	5,5 ^{ns}	1,0 ^{ns}	3,0 ^{ns}	1,9*	4,5 ^{ns}	1,0 ^{ns}	11,0 ^{ns}	0,9 ^{ns}
C3 Testemunha vs completo	23,0*	3,5*	58,0*	4,0*	59,5*	4,5*	58,0*	6,6*	61,5*	7,0*	69,5*	8,3*
C4 Padrão vs(padrão + ino ¹)	0,0 ^{ns}	0,2 ^{ns}	1,5,0 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,0 ^{ns}	-0,3 ^{ns}	0,0 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,0 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,5 ^{ns}	-0,1 ^{ns}
C5 Padrão vs(padrão + micro ²)	12,0*	1,2 ^{ns}	31,5*	0,8 ^{ns}	30,5*	1,3 ^{ns}	33,5*	1,6 ^{ns}	30,0*	1,9*	39,0 ^{ns}	3,9 ^{ns}
C6 Padrão vs(padrão + bior ³)	3,5 ^{ns}	0,4 ^{ns}	9,0 ^{ns}	0,3 ^{ns}	8,5 ^{ns}	1,0 ^{ns}	13,0*	1,1 ^{ns}	9,5 ^{ns}	1,1 ^{ns}	5,5 ^{ns}	1,3 ^{ns}
C7 (padrão + ino) vs (padrão + ino + micro)	18,5*	2,3*	28,5*	2,0*	33,0*	2,4*	40,5*	2,1*	38,5*	2,5*	37,0*	3,2*
C8 (padrão + ino) vs (padrão + ino + bior)	3,5 ^{ns}	0,7 ^{ns}	10,0 ^{ns}	0,5 ^{ns}	11,0*	0,8 ^{ns}	13,5*	0,2 ^{ns}	12,0*	1,3 ^{ns}	20,0*	3,0*
C9 (padrão + micro) vs (padrão + ino + micro)	6,5 ^{ns}	0,8 ^{ns}	-1,5 ^{ns}	1,2 ^{ns}	2,5 ^{ns}	0,7 ^{ns}	7,0 ^{ns}	0,6 ^{ns}	8,5 ^{ns}	0,7 ^{ns}	-2,5 ^{ns}	-0,8 ^{ns}
C10 (padrão + micro) vs (padrão + micro + bior)	13,5*	1,3 ^{ns}	25,0*	1,9*	25,5*	1,5 ^{ns}	25,5*	2,5*	28,0*	2,6*	17,5*	3,9*
C11 (padrão + bior) vs (padrão + ino + bior)	0,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}	2,5 ^{ns}	0,2 ^{ns}	2,5*	-0,5 ^{ns}	0,5 ^{ns}	-0,7 ^{ns}	2,5 ^{ns}	0,2 ^{ns}	14,0 ^{ns}	1,5 ^{ns}
C12 (padrão + bior) vs (padrão + micro + bior)	22,0*	2,1*	47,5*	2,5*	47,5*	1,8*	46,0*	3,0*	48,5*	3,3*	51,0*	6,5*
C13 (padrão + ino + micro) vs completo	5,0 ^{ns}	0,8 ^{ns}	24,0*	0,4 ^{ns}	21,0*	1,3 ^{ns}	14,5*	2,4*	18,5*	3,3*	22,0*	4,2*
C14 (padrão + ino + bior) vs completo	20,0*	2,4*	42,5*	1,9*	43,0*	2,9 ^{ns}	41,5*	4,3*	45,0*	4,5*	39,0*	4,5*
C15 (padrão + micro + bior) vs completo	-2,0 ^{ns}	0,3 ^{ns}	-2,5 ^{ns}	-0,3 ^{ns}	-2,0 ^{ns}	0,5 ^{ns}	-4,0 ^{ns}	0,5 ^{ns}	-1,0 ^{ns}	1,4 ^{ns}	2,0 ^{ns}	-0,5 ^{ns}

¹inoculante; ²micronutrientes; ³bioregulador.

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05); ^{ns}não significativo (P>0,05).

Tabela 6. Resultados dos contrastes não ortogonais pelo teste “t” de Bonferroni para a emergência final (EF) e o comprimento de plântula (CP), em relação aos nove tratamentos de sementes em seis períodos de armazenamento

Contrastes	Armazenamento (dias)											
	0		15		30		45		60		90	
	EF	CP	EF	CP	EF	CP	EF	CP	EF	CP	EF	CP
C1 Testemunha vs todos	20,0 ^{ns}	33,85 [*]	66,0 ^{ns}	39,93 [*]	95,0 [*]	47,95 [*]	123,0 [*]	66,28 [*]	164,0 [*]	51,32 [*]	229,0 [*]	62,23 [*]
C2 Testemunha vs padrão	1,0 ^{ns}	1,83 ^{ns}	0,0 ^{ns}	1,63 ^{ns}	1,0 ^{ns}	3,36 ^{ns}	2,0 ^{ns}	4,75 ^{ns}	2,0 ^{ns}	5,95 ^{ns}	7,0 ^{ns}	4,52 [*]
C3 Testemunha vs completo	7,0 ^{ns}	6,28 [*]	23,0 [*]	8,25 [*]	25,0 [*]	8,43 [*]	39,0 [*]	11,37 [*]	53,0 [*]	8,50 [*]	60,5 [*]	9,65 [*]
C4 Padrão vs(padrão + ino ¹)	0,0 ^{ns}	0,39 ^{ns}	1,0 ^{ns}	1,10 ^{ns}	0,0 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,0 ^{ns}	0,17 ^{ns}	1,0 ^{ns}	-2,76 ^{ns}	-2,0 ^{ns}	1,32 ^{ns}
C5 Padrão vs(padrão + micro ²)	4,0 ^{ns}	3,05 ^{ns}	10,0 ^{ns}	4,59 [*]	11,0 ^{ns}	2,25 ^{ns}	12,0 ^{ns}	5,96 [*]	18,0 [*]	0,35 ^{ns}	27,0 ^{ns}	3,95 [*]
C6 Padrão vs(padrão + bior ³)	0,0 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,0 ^{ns}	1,10 ^{ns}	5,0 ^{ns}	2,56 ^{ns}	3,0 ^{ns}	4,01 ^{ns}	9,0 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	8,0 ^{ns}	4,33 [*]
C7 (padrão + ino) vs (padrão + ino + micro)	2,0 ^{ns}	4,35 [*]	13,0 ^{ns}	4,45 [*]	16,0 [*]	3,40 ^{ns}	20,0 [*]	4,74 [*]	21,0 [*]	3,65 ^{ns}	23,0 ^{ns}	3,41 ^{ns}
C8 (padrão + ino) vs (padrão + ino + bior)	0,0 ^{ns}	0,88 ^{ns}	2,0 ^{ns}	0,76 ^{ns}	3,0 ^{ns}	0,67 ^{ns}	2,0 ^{ns}	1,07 ^{ns}	9,0 ^{ns}	2,84 ^{ns}	19,0 ^{ns}	1,27 ^{ns}
C9 (padrão + micro) vs (padrão + ino + micro)	-2,0 ^{ns}	1,70 ^{ns}	4,0 ^{ns}	0,95 ^{ns}	5,0 ^{ns}	1,82 ^{ns}	8,0 ^{ns}	1,05 ^{ns}	4,0 ^{ns}	0,53 ^{ns}	-6,0 ^{ns}	0,77 ^{ns}
C10 (padrão + micro) vs (padrão + micro + bior)	-4,0 ^{ns}	2,01 [*]	5,0 ^{ns}	1,47 ^{ns}	17,0 [*]	2,86 ^{ns}	21,0 [*]	0,62 ^{ns}	19,0 [*]	2,47 ^{ns}	21,5 [*]	0,12 ^{ns}
C11 (padrão + bior) vs (padrão + ino + bior)	0,0 ^{ns}	1,05 ^{ns}	3,0 ^{ns}	0,76 ^{ns}	-2,0 ^{ns}	-1,22 ^{ns}	-1,0 ^{ns}	2,77 ^{ns}	1,0 ^{ns}	0,30 ^{ns}	9,0 ^{ns}	1,75 ^{ns}
C12 (padrão + bior) vs (padrão + micro + bior)	0,0 ^{ns}	4,83 [*]	15,0 [*]	4,97 [*]	23,0 [*]	2,56 ^{ns}	30,0 [*]	1,34 ^{ns}	28,0 [*]	3,04 ^{ns}	40,5 ^{ns}	0,26 ^{ns}
C13 (padrão + ino + micro) vs completo	4,0 ^{ns}	-0,30 ^{ns}	9,0 ^{ns}	1,08 ^{ns}	8,0 ^{ns}	1,00 ^{ns}	17,0 [*]	1,71 ^{ns}	29,0 [*]	1,66 ^{ns}	32,5 ^{ns}	0,41 ^{ns}
C14 (padrão + ino + bior) vs completo	6,0 ^{ns}	3,18 ^{ns}	20,0 [*]	4,76 [*]	21,0 [*]	3,73 ^{ns}	35,0 [*]	5,38 [*]	41,0 [*]	2,47 ^{ns}	36,5 [*]	2,55 ^{ns}
C15 (padrão + micro + bior) vs completo	6,0 ^{ns}	-0,61 ^{ns}	8,0 ^{ns}	0,55 ^{ns}	-4,0 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	4,0 ^{ns}	1,27 ^{ns}	14,0 ^{ns}	-0,28 ^{ns}	5,0 ^{ns}	1,06 ^{ns}

¹inoculante; ²micronutrientes; ³ biorregulador.

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05); ^{ns} não significativo (P>0,05).

A comparação da testemunha com os demais tratamentos, observada por meio do contraste C1, indicou que, em média, foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) para as variáveis primeira contagem de germinação (PC) na Tabela 4, teste de frio modificado (TFM) e índice de velocidade de emergência (IVE) na Tabela 5 e comprimento de plântula (CP) na Tabela 6, para todos os períodos de armazenamento. Neste sentido, tem-se que a adição de qualquer produto às sementes afetou na redução do vigor das sementes, mesmo no período 0, ou seja, logo após o tratamento.

Por sua vez, para a variável contagem final da germinação (CF), as diferenças das estimativas do contraste C1 não foram significativas até os 45 dias de armazenamento (Tabela 4). Da mesma forma, para a variável emergência final (EF) até os 15 dias (Tabela 6). Assim, pode-se inferir que a germinação e a emergência das sementes tratadas foram mantidas, independente do tratamento recebido, durante os referidos períodos. Esses resultados corroboram com Dias e Marcos Filho (1995) que relatam a importância dos testes de vigor no monitoramento da qualidade das sementes, como forma de complementar as informações do teste de germinação, pois a queda do vigor precede a perda da viabilidade.

Entretanto, por se tratar de uma comparação que envolve um grande grupo de tratamentos, os resultados do contraste C1 foram influenciados pelas médias daqueles tratamentos que afetaram a qualidade das sementes com maior intensidade. Este fato é claramente observado ao analisarem-se os resultados do contraste C2, que compara a testemunha com o tratamento padrão (fungicida + inseticida), indicando não haver diferenças significativas para os contrastes, para todas as variáveis, em todos os períodos estudados. Neste sentido, tem-se que as sementes de milho podem ser tratadas com os produtos fludioxonil + metalaxyl-me thiamethoxam e armazenadas por até 90 dias, mantendo-se a sua qualidade fisiológica semelhante a da testemunha.

Esses resultados mostraram que o tratamento de sementes de milho com a combinação de fungicida mais inseticida é prática consolidada e adotada por produtores e beneficiadores de sementes. O manejo, quando realizado corretamente, não prejudica a germinação e o vigor das sementes, oferece proteção e garante o estabelecimento das plântulas (HENNING et al., 2010).

Resultados observados por Tavares et al. (2007) também indicam que não houve diferença de germinação e vigor, quando foram utilizadas diferentes doses do inseticida thiametoxam em sementes de milho. Assim como Dan et al. (2011), que obtiveram níveis adequados de germinação e vigor com o tratamento de sementes de soja, utilizando esse mesmo inseticida. Em relação ao fungicida fludioxonil + metalaxyl-M, utilizado no

tratamento padrão, Resende et al. (2008) verificaram a eficiência deste produto em preservar o vigor das sementes de milho, antes e após três meses de armazenamento.

Por outro lado, Deuner et al. (2014) relataram que os tratamentos contendo o inseticida thiametoxam apresentaram maior redução no vigor das sementes de milho durante o período de armazenamento, em relação aos tratamentos com deltamethrin, pirimifós-metílico, fludioxonil e fenitrothion. Tais resultados, podem ser explicados por Rosa et al. (2012) que concluíram que a qualidade fisiológica de sementes tratadas de milho é dependente do híbrido empregado.

Os resultados do contraste C3, que compara a testemunha com o tratamento completo, indicam que houve diferenças significativas para todas as características, em todos os períodos, exceto para as variáveis germinação e emergência no período 0. Desta forma, constata-se que a adição de todos os produtos (fungicida + inseticida + inoculante + micronutriente + biorregulador) e, conseqüentemente, maior volume de calda (3.200 mL 100⁻¹ kg de sementes), reduziu o vigor das sementes, imediatamente após o tratamento. No entanto, no período 0 a germinação e a emergência foram mantidas, o que indica que este tratamento completo deve ser realizado o mais próximo possível da sementeira.

Ao analisar os resultados dos contrastes que isolam o efeito do inoculante, seja em combinação com o tratamento padrão (contraste C4), com o padrão + micronutriente (contraste C9), com padrão + biorregulador (contraste C11) ou padrão + biorregulador + micronutriente (contraste C15), verifica-se que não ocorreram diferenças significativas ($P > 0,05$) para todas as variáveis, em todos os períodos de armazenamento. Sendo assim, tem-se que a adição do inoculante, nas combinações estudadas, não afetou a qualidade das sementes de milho ao longo dos 90 dias. Este fato pode ser justificado pelo inoculante ser um produto biológico e não uma molécula sintética.

Sobre o efeito da adição do biorregulador no tratamento de sementes, observa-se que, para os contrastes C6 (na comparação com o tratamento padrão) e C8 (comparação com o padrão + inoculante), não foram observadas diferenças significativas para as variáveis CF, IVE, EF e CP. Isto indica que a germinação, o vigor e a emergência das sementes, verificado por meio dessas variáveis, não foram afetadas por esta combinação durante todo o período de armazenamento, exceto para IVE e CP aos 90 dias. No entanto, a partir do 15^o dia para as variáveis PC e TFM, ocorreram diferenças significativas indicando que o vigor das sementes, expresso em porcentagem de plântulas normais nessas variáveis, é afetado pela adição do biorregulador após 15 dias de armazenamento.

Resultados obtidos por Dan et al. (2014) demonstram que, por períodos de até 60 dias armazenamento, o biorregulador foi capaz de manter o desempenho inicial das sementes de milho. Também Castro e Vieira (2001) observaram que a aplicação do biorregulador Stimulate[®] no tratamento de sementes foi eficiente na melhoria do desempenho das sementes de milho, proporcionando maior número de plântulas normais.

Para o contraste C10, na comparação com o tratamento padrão + micronutrientes, quando se fez a adição do biorregulador, foram observadas diferenças significativas após 15 dias de armazenamento, para a maioria das variáveis. Assim, infere-se que na presença dos micronutrientes, tanto o vigor quanto a germinação e a emergência são afetados por esta combinação, após o período de armazenamento citado. Por sua vez, para o contraste C13, na comparação com o tratamento padrão + inoculante + micronutrientes, nota-se que não ocorreram diferenças significativas para a maioria das variáveis até 30 dias de armazenamento. Após esse período, a adição do biorregulador, que resultou no tratamento completo, afetou negativamente a qualidade fisiológica das sementes de milho.

A adição de micronutrientes com o tratamento padrão (contraste C5) não influenciou a germinação e a emergência das sementes comprovado a partir dos resultados das variáveis CF, EF e IVE, exceto aos 60 dias de armazenamento para as duas últimas variáveis. Sendo assim, para esta combinação, a presença dos micronutrientes não acarretou na redução da germinação das sementes e emergência das plântulas durante o armazenamento. No entanto, o vigor avaliado pela variável PC, foi reduzido após 15 dias, com a presença dos micronutrientes. Da mesma forma, o vigor, medido pela variável TFM, simulando condições de frio com alta umidade, apresentou redução significativa desde o período 0.

Ainda sobre o efeito dos micronutrientes, foram observadas diferenças significativas para os contrastes C7 (comparação dos micronutrientes com o padrão + inoculante), C12 (comparação dos micronutrientes com o padrão + biorregulador) e C14 (comparação com o padrão + inoculante + biorregulador). Para todas essas comparações, as variáveis PC, TFM e IVE foram afetadas na maioria dos períodos de armazenamento. Isto indica que o vigor das sementes, expresso pela porcentagem de plântulas normais ou pelo índice de velocidade das variáveis, foi reduzido, quando houve a adição dos micronutrientes a esses tratamentos de sementes.

Variações foram observadas na germinação e a emergência de acordo com a combinação estudada. Os micronutrientes na presença do inoculante mantiveram a germinação até os 60 dias e a emergência final até os 15 dias. Por sua vez, na presença do biorregulador ou de todos os produtos, com consequente aumento do volume de calda, tanto a

germinação quanto a emergência foram mantidas apenas no período zero, com ou sem micronutrientes.

Para todos os contrastes que avaliam o efeito dos micronutrientes, os resultados da variável comprimento de plântula apresentaram variações nos períodos de armazenamento. No entanto, é possível inferir que, de maneira geral, o referido produto afetou na redução do tamanho das plântulas. Por fim, é possível inferir que a adição de micronutrientes ao tratamento de sementes de milho, principalmente na presença do biorregulador, causou fitotoxicidade às sementes de milho, reduzindo o vigor e a germinação das sementes com maior intensidade.

Sabe-se que concentrações altas de sais próximas à semente podem prejudicar a emergência das plântulas (RIBEIRO; SANTOS; MENEZES, 1994; PESSOA; LUCHESE; LUCHESE, 2000). Ambos os autores observaram redução na germinação e no vigor de sementes tratadas, com diferentes doses de boro. Ainda, Luchese et al. (2004) também relataram redução na porcentagem de emergência de plântulas de milho com o aumento da dose de cobre.

No entanto, discordando dos resultados do presente trabalho, Dias (2013), trabalhando com doses de zinco e cobre adicionadas ao tratamento de sementes de milho, verificou que a qualidade fisiológica das sementes não foi afetada ao longo dos 12 meses de armazenamento. Da mesma forma, Harris et al. (2007) obtiveram aumento no rendimento de grãos de milho, quando utilizou tratamento de sementes com sulfato de zinco. De acordo com Farooq et al. (2012), resultados contraditórios observados no tratamento de sementes com micronutrientes devem-se, possivelmente, à formulação do nutriente utilizado, à dosagem, às combinações de formulação, à espécie, à cultivar e à qualidade inicial das sementes tratadas.

4.3 Análise das regressões para o fator período de armazenamento para cada tratamento de sementes

A análise das regressões teve por finalidade avaliar o comportamento dos tratamentos de sementes ao longo dos períodos de armazenamento, ou seja, como o tempo de armazenamento afetou as variáveis para cada tratamento.

Os modelos de regressão e coeficientes de determinação resultantes das análises de regressão são apresentados para as variáveis primeira contagem do teste de germinação (Figura 1), contagem final do teste de germinação (Figura 2), teste de frio modificado (Figura

3), índice de velocidade de emergência (Figura 4), emergência final (Figura 5) e comprimento de plântula (Figura 6).

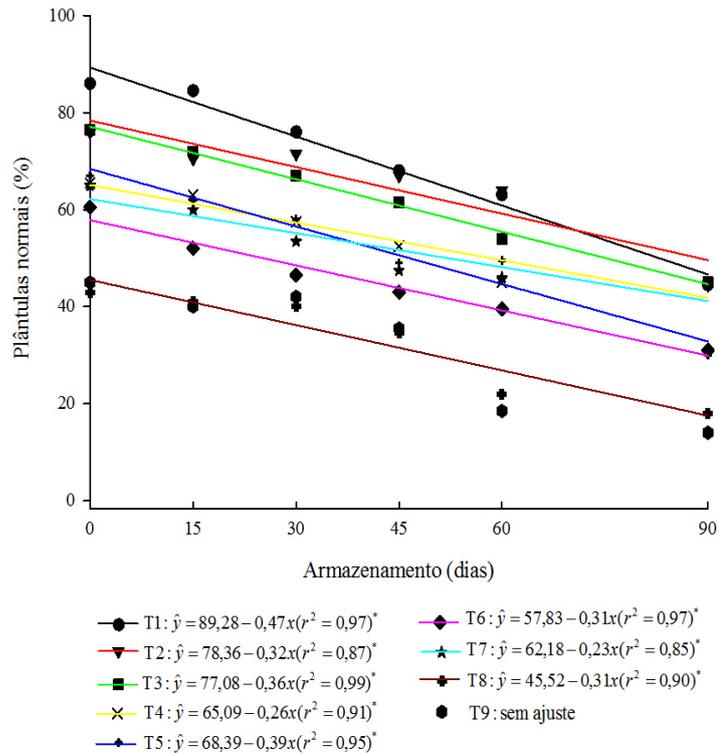


Figura 1. Porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação em função dos períodos de armazenamento.

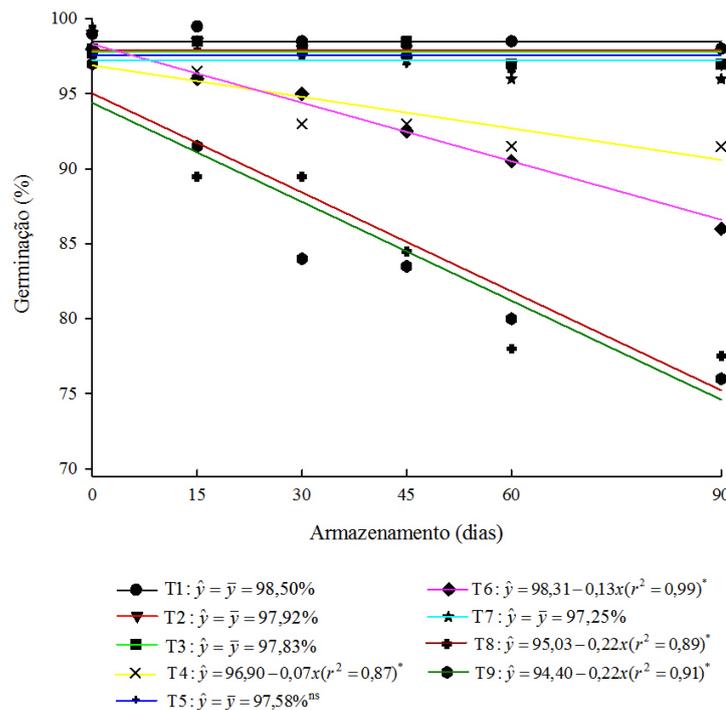


Figura 2. Porcentagem de plântulas normais na contagem final do teste de germinação em função dos períodos de armazenamento.

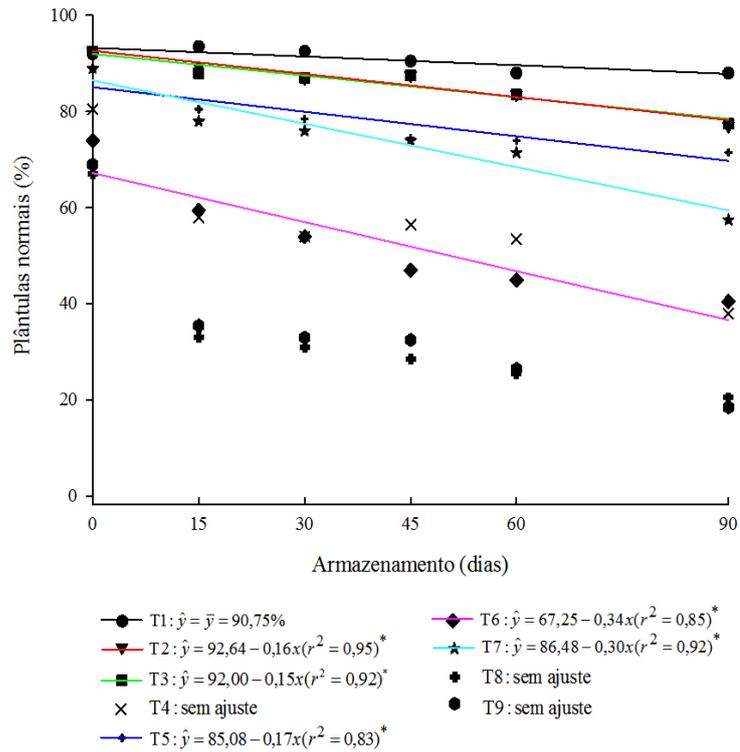


Figura 3. Porcentagem de plântulas normais no teste de frio modificado em função dos períodos de armazenamento.

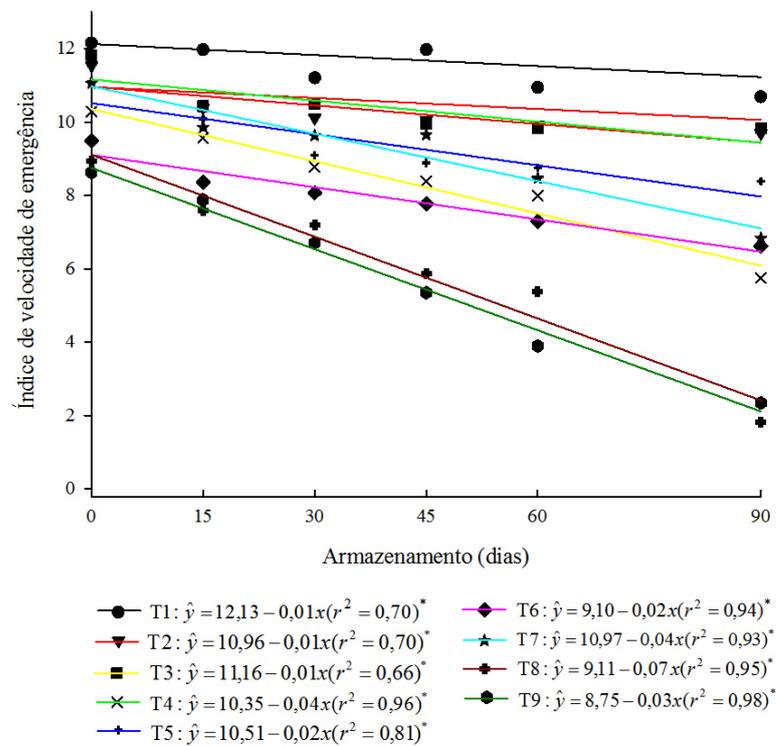


Figura 4. Índice de velocidade de emergência em função dos períodos de armazenamento.

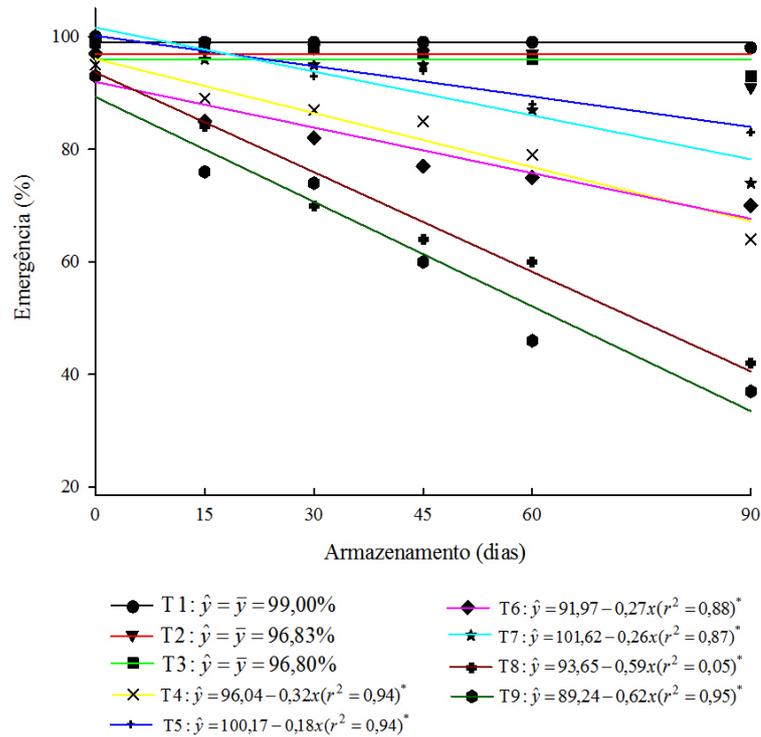


Figura 5. Porcentagem de plântulas normais no teste de emergência final em função dos períodos de armazenamento.

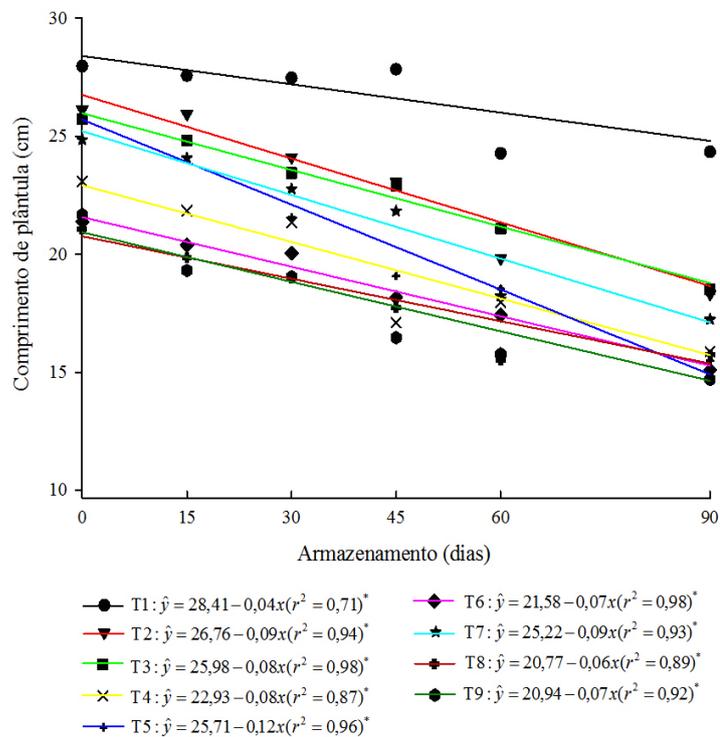


Figura 6. Comprimento de plântulas normais em função dos períodos de armazenamento.

Observa-se, que para todos os tratamentos estudados, os resultados da variável primeira contagem do teste de germinação (PC) (Figura 1), índice de velocidade de

emergência (IVE) (Figura 4) e comprimento de plântula (CP) (Figura 6), considerados como indicativos do vigor das sementes, tiveram ajustes lineares dos modelos de regressão, exceto para o tratamento T9 (tratamento completo) na variável PC. Os resultados indicam que ocorreu redução linear na qualidade fisiológica das sementes, sendo que o vigor decresceu, à medida que os produtos foram adicionados às sementes de milho. A falta de ajuste dos modelos de regressão polinomial para o tratamento T9, na variável PC, se deve, possivelmente, pela redução acentuada do período de 45 para 60 dias. Essa redução influenciou para que os modelos matemático-estatísticos estudados (polinomiais e não lineares citadas) não estabelecessem relação funcional significativa entre as variáveis.

A adição dos diferentes ingredientes ativos e consequente aumento no volume de calda foi inversamente proporcional ao vigor das sementes. Esses resultados corroboram com aqueles verificados por Fessel et al. (2003), que demonstram que a perda de vigor pode ser intensificada pelos tratamentos e doses de produtos químicos aplicados, o que acarreta em efeitos latentes, desfavoráveis ao desempenho das sementes. Todavia, deve-se considerar que, mesmo havendo a redução do vigor, se esta não comprometer a emergência e o desenvolvimento da plântula, este poderá ser muitas vezes tolerável e compensada pelos benefícios de se utilizar uma semente protegida, como observado em T2 e T3.

Verifica-se que a queda no vigor das sementes do tratamento testemunha, observada nas variáveis citadas, está em concordância com a afirmação de que o processo de deterioração das sementes é gradativo, ocorre naturalmente e com o decorrer do tempo e em condições de temperatura ambiente de armazenamento pode-se agravar (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). No entanto, apesar da redução verificada com o armazenamento, observa-se que o vigor das sementes manteve-se maior entre os tratamentos avaliados.

Observa-se, ainda, pelos coeficientes lineares, que os tratamentos T4 (tratamento padrão + micronutrientes), T6 (tratamento padrão + inoculante + micronutriente), T8 (tratamento padrão + micronutriente + biorregulador) e T9 (tratamento completo) foram os que afetaram mais o vigor das sementes, segundo os resultados dessas variáveis, apresentando maiores reduções, em comparação com os demais tratamentos, mesmo no período 0, ou seja, imediatamente após o tratamento das sementes. Além disso, é possível inferir que prevaleceu o efeito deletério da composição da calda e não do volume, visto que esses tratamentos constituem diferentes volumes de calda. Neste sentido, verifica-se que para a quantificação do real efeito do volume de calda outra abordagem deve ser avaliada, como características e metodologias que isolem o efeito da solução aquosa.

Ainda quanto ao vigor, avaliado pelo teste de frio modificado (TFM), na Figura 3, observa-se que a testemunha apresentou modelo de regressão não significativo, enquanto que os tratamentos T2, T3, T5, T6 e T7 tiveram ajuste linear significativo. Tais resultados indicam que para esses tratamentos ocorreu redução linear do vigor para cada dia de armazenamento, com decréscimos de 0,16%, 0,15%, 0,17%, 0,34% e 0,30%, respectivamente.

Para os tratamentos T4, T8 e T9 também ocorreu a falta de ajustamento dos modelos. Nesse caso, observa-se que para estes tratamentos houve queda acentuada na porcentagem de plântulas normais entre o período 0 e o 15^o dia, o que possivelmente resultou, como descrito anteriormente, na falta de relação funcional significativa.

Em relação à germinação expressa pela porcentagem de plântulas normais na contagem final do teste de germinação (CF), observa-se que para os tratamentos T1 (testemunha), T2 (tratamento padrão), T3 (padrão + inoculante), T5 (padrão + biorregulador) e T7 (padrão + inoculante + biorregulador), as regressões foram não significativas (Figura 2), ou seja, a germinação foi mantida ao longo de todo o período de armazenamento. Por sua vez, para os tratamentos T4, T6, T8 e T9, os modelos foram significativos e com ajustes lineares. Pelo coeficiente angular, verifica-se que as reduções foram na ordem de 0,07%, 0,13%, 0,22% e 0,22%, para cada dia de armazenamento, respectivamente. Novamente, constata-se que a adição dos micronutrientes ao tratamento de sementes possivelmente causou notável efeito fitotóxico, que durante o período de armazenamento reduziu drasticamente a capacidade germinativa das sementes.

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, por meio da instrução normativa n^o. 25, de 16 de dezembro de 2005 (BRASIL, 2005), os padrões referenciados para comercialização de sementes de milho definem que a porcentagem de germinação seja acima ou igual a 85%. Assim, os resultados da análise de regressão permitem inferir também que a germinação até 45 dias de armazenamento, para todos os tratamentos, mantivesse dentro dos padrões. Após este período, apenas os tratamentos T8 e T9 apresentaram germinação inferior ao padrão para comercialização.

Assim como para a germinação, na variável emergência final (EF) os tratamentos T1, T2 e T3 também apresentaram modelos não significativos (Figura 5). Portanto, tem-se que para esses tratamentos o armazenamento não afetou a emergência das plântulas, que foi mantida acima de 90% ao longo dos 90 dias. Para os demais tratamentos houve ajuste linear das equações. Pelo coeficiente angular constata-se que a redução da emergência foi intensificada para os tratamentos T4, T6, T8 e T9, os quais tiveram a adição dos

micronutrientes. O tratamento T9, que recebeu o maior número de produtos, apresentou redução da ordem de 0,62% para cada dia de armazenamento.

4.4 Considerações finais

O vigor das sementes de milho do híbrido 'CD 324 PRO' foi reduzido pelos tratamentos estudados. A intensidade da redução do vigor é dependente do produto utilizado no tratamento das sementes e do tempo de armazenamento. Verificou-se que a adição dos micronutrientes resultou em maior efeito fitotóxico às sementes em comparação com os outros produtos, desde o período 0, sendo crescente ao longo do tempo. Por sua vez, os tratamentos com fungicida, inseticida e inoculante mostram-se viáveis, pois mantiveram os níveis de vigor, germinação e emergência aceitáveis. Por fim, recomenda-se que o tratamento de sementes de milho seja realizado o mais próximo possível da semeadura, levando em consideração a combinação dos diferentes princípios ativos adicionados ao tratamento químico.

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos é possível concluir que

- o vigor das sementes de milho é reduzido pelo tratamento de sementes e o tempo de armazenamento pode intensificar esse efeito;
- o tratamento com as combinações de fungicida mais inseticida e inoculante se mostram como os mais promissores no tratamento de sementes de milho;
- o uso de micronutrientes causou maior redução no vigor das sementes, independente dos produtos utilizados nos tratamentos de sementes;
- o tratamento de sementes até 45 dias de armazenamento não interferiu na germinação das sementes.

REFERÊNCIAS

ABRASEM – Associação Brasileira de Sementes e Mudanças. **Anuário 2013**. Brasília, DF: Abrasem, 2013. 120 p.

AGUILERA, L. A.; CARON, B. O.; CELLA, W. L.; LERSCH JUNIOR, I. Qualidade fisiológica de sementes de milho em função da forma e do tratamento químico das sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 211-215, 2000.

ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; ÁVILA, M. R.; BARBOSA, M. C.; RICCI, T. T.; ALBRECHT, A. J. P. Componentes da produção do algodoeiro e qualidade de fibra em resposta à aplicação de biorregulador. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 3, p. 191-198, 2009.

ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, A. J. P.; BARBOSA, M. C. Qualidade das sementes de soja produzidas sob manejo com biorregulador. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 39-48, 2010.

ALLEONI, B. **Efeito do regulador vegetal Stimulate no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 1997. 15 p. (Relatório Técnico).

ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. Efeito dos reguladores vegetais de Stimulate no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Publicatio UEPG**, Ponta Grossa, v. 6, n. 1, p. 23-35, 2000.

ALVES, V. M.; JULIATTI, F. C. Tratamento de sementes de híbridos de milho com fluquinconazol. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 6, p. 930-939, 2010.

AOSA – Association of Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook**. [S.l.: s.n.], 1983. 88 p. (Hand book on Seed Testing, 32).

AVELAR, S. A. G.; BAUDET, L.; PESKE, S. T.; LUDWIG, M. P.; RIGO, G. A.; CRIZEL, R. L.; OLIVEIRA, S. Armazenamento de sementes de soja tratadas com fungicida, inseticida e micronutriente e recobertas com polímeros líquido e em pó. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 10, p. 1719-1725, 2011.

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ALBRECHT, L. P.; TONIN, T. A.; STÜLP, M. Bioregulator application, agronomic efficiency, and quality of soybean seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 6, p. 567-691, 2008.

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; MARTORELLI, D. T.; ALBRECHT, L. P.; FACIOLLI, F. S. Qualidade fisiológica e produtividade das sementes de milho tratadas com micronutrientes e cultivadas no período de safrinha. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 535-543, 2006.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2008. 237 p.

BARBOSA FILHO, M. P. Arroz, milho e trigo. In: BINOVA. **Micronutrientes**. Ribeirão Preto: Binova, 2002. 3 p. (Informativo Técnico).

BARBOSA, F. R.; SIQUEIRA, K. M. M.; SOUZA, E. A.; MOREIRA, W. A.; HAJI, F.N. P.; ALENCAR, J.A. Efeito do controle químico da mosca-branca na incidência do vírus-do-mosaico-dourado e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 1, p. 879-883, 2002.

BARROS, A. S. R.; DIAS, M. C. L. L.; CÍCERO, S. M.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. cap. 5, p. 1-5.

BARROS, R. G.; BARRIGOSI, J. A. F.; COSTA, J. L. S. Efeito do armazenamento na compatibilidade de fungicidas e inseticidas, associados ou não a um polímero no tratamento de sementes de feijão. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 3, p. 459-465, 2005.

BAUDET, L.; PESKE, F. Aumentando o desempenho das sementes. **Seed News**, Pelotas, v. 9, n. 5, p. 22-24, 2007.

BECKER, W. D.; HOPPER, N. W.; McMICHAEL, B. L.; JIVIDEN, G. M. Seed applied plant growth regulators effects on cotton germination, emergence and growth. In: BELTWISE COTTON CONFERENCE, 1999, Memphis. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council, 1999. v. 1, p. 625-627.

BELMONT, K. P. C. **Ação de fitorregulador de crescimento na germinação de sementes de algodoeiro**. Areia: Centro de Ciências Agrárias/UFPB, 2003. 48 p. (Relatório de Pesquisa).

BHERING, M. C.; DIAS, D. C. F. S.; BARROS, D. I.; DIAS, L. S.; TOKUHISA, D. Avaliação do vigor de sementes de melancia (*Citrullus lunatus* Schrad.) pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n. 2, p. 1-6, 2003.

BITTENCOURT, S. R. M.; FERNANDES, M. A.; RIBEIRO, M. C. R.; VIEIRA, R. D. Desempenho de sementes de milho tratadas com inseticidas sistêmicos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 22, n. 2, p. 86-93, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BRASIL. Instrução Normativa n. 25, de 16 de dezembro de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 dez. 2005. p. 18.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 2000. 424 p.

CASTRO, P. R. C. **Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical**. Piracicaba: Esalq/USP, 2006.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001. 132 p.

CASTRO, G. S. A.; BOGIANI, J. C.; SILVA, M. G.; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C. A.; Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 10, p. 1311-1318, 2008.

CECCON, G.; RAGA, A.; DUARTE, A. P.; SILOTO, R. C. Efeito de inseticidas na semeadura sobre pragas iniciais e produtividade de milho safrinha em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 2, p. 227-237, 2004.

CHENG, T. The effect of the seed treatment with microelements upon the germination and early growth of wheat. **Scientia Sinica**, Beijing, v. 44, p. 129-135, 1985.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**, décimo segundo levantamento, setembro 2014. Brasília, DF: Conab, 2014.

CUNHA, S. B. T. **Tratamento inseticida e armazenamento na germinação e vigor de sementes de milho**. 2012. 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)–Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

DAN, L. G.; BRACCINI, A. L.; PICCININ, G. G.; DAN, H. A.; RICCI, T. T.; SCAPIM, C. A. Influence of bioregulator on physiological quality of maize seed during storage. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 5, n. 3, p. 286-294, 2014.

DAN, L. G. M.; DAN, H. A.; BRACCINI, A. L.; ALBRECHT, L. P.; RICCI, T. T.; PICCININ, G. G. Desempenho de sementes de soja tratadas com inseticidas e submetidas a diferentes períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 2, p. 215-222, 2011.

DAN, L. G. M.; DAN, H. A.; BARROSO, A. L. L.; BRACCINI, A. L. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 131-139, 2010.

DARIO, G. J. A.; BALTIERI, E. M. **Avaliação da eficiência do regulador vegetal Stimulate (citocinina + ácido indolbutírico + ácido giberélico) na cultura do milho (Zeamays L.)**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1998. 12 p. (Relatório Técnico).

DELOUCHE, J. C. Deterioração de sementes. **Seed News**, Pelotas, v. 6, n. 6, p. 24-31, 2002.

DEUNER, C.; ROSA, K. C.; MENEGHELLO, G. E.; BORGES, C. T.; ALMEIDA, A. D. S.; BOHN, A. Physiological performance during storage of corn seed treated with insecticides and fungicide. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 204-212, 2014.

DIAS, M. A. N. **Tratamento de sementes de milho com zinco e cobre**. 2013. 60 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)–Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: I. condutividade elétrica. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 5, n. 1, p. 26-36, 1995.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G. J. A.; VIEIRA JUNIOR, P. A.; MANFRON, P. A.; MARTIN, T. N.; GARCIA, R. A. Aplicação e influência do fitoregulador no crescimento das plantas de milho. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 11, n. 1, p. 1-9, 2004.

DURÃES, F. O. M.; CHAMMA, H. M. C. P.; COSTA, J. D.; MAGALHÃES, P. C.; BORBA, C. S. Índices de vigor em sementes de milho (Zeamays): associação com emergência em campo, crescimento e rendimento de grãos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 17, n. 1, p. 13-8, 1995.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Fisiologia da produção e aspectos básicos de manejo para alto rendimento. In: SANDINI, I. E.; FANCELLI, A. L. (Eds.). **Milho: estratégias de manejo para a região Sul**. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2000. p. 103-116.

FAO. Statistical Databases. **Produção e área mundial de milho**. 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org.br>>. Acesso em: 12 out. 2014.

FAROOQ, M.; WAHID, A.; KADAMBOT H.; M SIDDIQUE, M. Micronutrient application through seed treatments: a review. **Journal of soil Science and Plant Nutrition**, Temuco, v. 12, n. 1, p. 125-142, 2012.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FERREIRA, L. A.; OLIVEIRA, J. A.; VON PINHO, E. V. R.; QUEIROZ, D. L. Bioestimulantes e fertilizantes associado ao tratamento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 29, n. 2, p. 80-89, 2007.

FESSEL, S. A.; MENDONÇA, E. A. F.; CARVALHO, R. V.; VIEIRA, R. D. Efeito do tratamento químico sobre a conservação de semente de milho durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 25, n. 1, p. 25-28, 2003.

FOSSATI, M. L. **Influências do tratamento de sementes de soja com inoculante, micronutrientes e fungicidas sobre a população inicial de plantas, nodulação, qualidade de sementes e rendimento de grãos**. 2004. 23 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)– Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. A importância do uso de semente de soja de alta qualidade. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 20, n. 1, p. 37-38, 2010.

FREITAS, E. G. **Análise de dados longitudinais em experimentos com cana-de-açúcar**. 2007. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)–Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

GASSEN, D. N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 134 p.

GOMES, F. P.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba: Fealq, 2002. 305 p.

GOULART, A. C. P.; FIALHO, W. F. B.; FUJINO, M. T. **Efeito de embalagens e do tratamento com fungicida na qualidade de sementes de soja armazenadas**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2002. (Boletim de Pesquisa, 10).

GOULART, A. C. P.; MELO FILHO, G. A. de. **Quanto custa tratar as sementes de soja, milho e algodão com fungicidas?**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000. (Boletim de Pesquisa, 7).

GOULART, A. C. P.; PAIVA, F. de A.; ANDRADE, P. J. M. Controle de fungos em sementes de soja (*Glycinemax*) pelo tratamento com fungicidas. **Summa Phytopatologica**, Jaguariúna, v. 21, n. 3/4, p. 239-244, 1995.

GOULART, A. C. P. Tratamento de sementes de milho (*Zeamays* L.) com fungicidas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 15, n. 2, p. 165-169, 1993.

HAMPTON, J. G. What is seed quality? **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 30, n. 1, p. 1-10, 2002.

HARRIS, D.; RASHID, A.; MIRAJ, G.; ARIF, M.; SHAH, H. 'On-farm' seed priming with zinc sulphate solution: A cost effective way to increase the maize yields of resource-poor farmers. **Field Crops Research**, Philadelphia, v. 102, no. 2, p. 119-127, 2007.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005.

HENNING, A. A.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LORINI, I. **Importância do tratamento de sementes de soja com fungicidas na safra 2010/2011, ano de "La Niña"**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 8 p. (Circular técnica, 82) .

HORN, D. Qualidade de plantio: uma nova abordagem. **Informativo Pionner**, Bagé, ano 15, n. 31, p. 28, 2009.

HUTH, C.; CEOLIN, C.; HENNING, L. M. M.; BARBIERI, A. P. P.; ZEN, H. D.; MATTIONI, N. M.; BACKES, F. A. A. L. Velocidade de embebição de sementes de soja submetidas a diferentes recobrimentos. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 23, n. 3, p. 61-64, 2013.

HUYNH, H.; FELDT, L. S. Conditions under which mean square ratios in repeated measurements designs have exact F-distributions. **Journal of the American Statistical Association**, Boston, v. 65, n. 332, p. 1582-1589, 1970.

ISTA – International Seed Testing Association. **Hand book of Vigour Test Methods**. Zurich: Ista, 1981. 72p.

JULIATTI, F. C. **Avaliação de fungicidas preventivamente e curativamente no controle da ferrugem da soja em genótipos de soja**. 2005. 76 f. Monografia (Graduação em Agronomia)–Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.

JULIATTI, F. C. Avanços no tratamento químico de sementes. In: Avanços no tratamento e recobrimento de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 20, n. 3, p. 54-55, 2010.

KLAHOLD, C. A.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; KLAHOLD, A.; CONTIERO, R. L.; BECKER, A. Resposta da soja (*Glycinemax* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 179-185, 2006.

LEITE, V. M.; ROSELEM, C. A.; RODRIGUES, J. D. Gibberellin and cytokinin effects on soybean growth. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 3, p. 537-541, 2003.

LIMA, A. D. S.; REFFATTI, T. N.; JUNCOS, M. C.; BURBULHAN, T.; MARTIKOSKI, L. Efeito fisiológico de fungicida Pyraclostrobin e tratamento de sementes na cultura do milho. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 2, n. 3, p. 113-128, 2011.

LUCHESE, A. V.; GONÇALVES JUNIOR, A. C.; LUCHESE, E. B.; BRACCINI, M. C. L. Emergência e absorção de cobre por plantas de milho (*Zeamays*) em resposta ao tratamento de sementes com cobre. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1949-1952, 2004.

MACHADO, J. C. Patologia de sementes: significado e atribuições. In: CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. (Eds.). **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000 p. 522-588.

MAGALHÃES, M. F. **Desempenho das sementes de milho tratadas com inseticida, fungicida e nematicida durante o armazenamento**. 2013. 43 f. Dissertação (Mestrado em Ciências)–Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

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

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

MARTIN, T. N.; TOMAZELLA, A. L.; CÍCERO, S. M.; DOURADO NETO, D.; FAVARIN, J. L.; VIEIRA JÚNIOR, P. A. Questões relevantes na produção de sementes de milho - primeira parte. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 14, n. 1, p. 119-138, 2007.

MARTINS, G. M.; TOSCANO, L. C.; TOMQUELSKI, G. V.; MARUYAMA, W. I. Inseticidas químicos e microbianos no controle da lagarta-do-cartucho na fase inicial da cultura do milho. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 170-174, 2009.

MAUCHLY, J. W. Significance test for sphericity of a normal n-variate distribution. **Annals of Mathematical Statistics**, Beachwood, v. 11, no. 2, p. 204-209, 1940.

McDONALD, M. B. Improving our understanding of vegetable and flower seed quality. **Seed Technology**, Washington, v. 20, n. 2, p. 121-124, 1998.

MENTEN, J. O. M. Tratamento de sementes com inseticidas. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM PATOLOGIA DE SEMENTES, 2., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/USP, 1991. p. 278-279.

MENTEN, J. O. M. Tratamento químico de sementes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 4., 1996, Gramado. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1996. p. 3-23.

MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 20, n. 3, p. 52-53, 2010.

MILLÉO, M. V. R. **Avaliação da eficiência agrônômica do produto Stimulate aplicado no tratamento de sementes e no sulco de plantio sobre a cultura do milho (Zeamays L.)**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. 18 p. (Relatório Técnico).

MOTERLE, L. M.; SANTOS, R. F.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M. C. Efeito da aplicação de biorregulador no desempenho agrônômico e produtividade da soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 5 (suplemento especial), p. 701-709, 2008.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 3, p. 1-24.

NUNES, J. C. S. Tratamento de sementes profissional – equipamentos e processos. In: Avanços no tratamento e recobrimento de sementes. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 20, n. 3, p. 54-55, 2010.

PESSOA, A. C. S.; LUCHESE, E. B.; LUCHESE, A. V. Germinação e desenvolvimento inicial de plantas de milho, em resposta ao tratamento de sementes com boro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 939-945, 2000.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: Agiplan, 1985. 289 p.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 12 maio 2014.

RESENDE, M. L.; PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M. Qualidade de sementes de milho (Zeamays) tratadas com fungicida e inoculadas com *Trichoderma harzianum*. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 36, n. 1, p. 60-66, 2008.

RIBEIRO, N. D.; SANTOS, O. S.; MENEZES, N. L. Efeito do tratamento com fontes de zinco e boro na germinação e vigor de sementes de milho. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 51, n. 3, p. 481-485, 1994.

ROSA, K. C.; MENEGHELLO, G. E.; QUEIROZ, E. S.; VILLELA, F. A. Armazenamento de sementes de milho híbrido tratadas com tiametoxam. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 22, n. 3, p. 60-65, 2012.

SERCILOTO, C. M. Bioativadores de Plantas. **Revista Cultivar HF**, Pelotas, v. 13, n. 1, p. 20-21, 2002.

SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M.; NEPOMUCENO, A. L.; OLIVEIRA, M. C. N. Eficácia de produtos contendo micronutrientes, aplicados via semente, sobre produtividade e teores de proteína da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 41-45, 1997.

SILVA, M. T. B. Inseticidas na proteção de sementes e plantas. **Seed News**, Pelotas, v. 2, n. 5, p. 26-27, 1998.

SILVA, T. T. A.; VON PINHO, E. V. R.; CARDOSO, D. L.; FERREIRA, C. A.; ALVIM, P. O.; COSTA, A. A. F. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulante. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 840-846, 2008.

SILVEIRA, R. E.; MACCARI, M.; MARQUEZI, C. F. Avaliação do efeito de inseticidas aplicados via tratamento de sementes sobre o desenvolvimento de raízes de milho, na proteção de pragas do solo. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA SOBRE PRAGAS DE SOLO, 8., 2001, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2001.p. 246-249.

SINGH, M. V. Micronutrient seed treatment to nourish the crops at the critical stages of growth. **Tech. Indian Institute of Soil Science Bulletin**, Bhopal, v. 19, no. 1, p. 1-93, 2003.

STOLLER DO BRASIL. **Stimulate[®] Mo em hortaliças**: informativo técnico. Cosmópolis: Stoller do Brasil - Divisão Arbore, 1998. 1 v.

TAVARES, S.; CASTRO, P. R. C.; RIBEIRO, R.V.; ARAMAKI, P. H. Avaliação dos efeitos fisiológicos de thiametoxan no tratamento de sementes de soja. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 82, n. 1, p. 47-54, 2007.

TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. Relationship of seed vigor to crop yield. **Crop Science**, Madison, v. 31, no. 3, p. 816-822, 1991.

VIEIRA, E. L. **Ação de bioestimulantes na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycinemax* (L.) Merrill), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.)**. 2001. 122 f. Tese (Doutorado)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

VIEIRA, E. L.; SANTOS, C. M. G. Efeito de bioestimulante no crescimento e desenvolvimento inicial de plantas de algodoeiro. **Magistra**, João Pessoa, v. 17, n. 1, p. 1-8, 2005.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Eds.). **Testes de vigorem sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 31-47.

VON PINHO, E. V. R.; CAVARIANI, C.; ALEXANDRE, A. D.; MENTEN, J. O. M.; MORAES, M. H. Efeito do tratamento fungicida sobre a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho (*Zeamays*L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 17, n. 1, p. 23-28, 1995.