

Universidade Federal de Pelotas
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes



Tese

**Desempenho no Armazenamento de Sementes
de Milho Tratadas com Inseticidas**

Nevio Henrique Pasin

Pelotas, 2017

Nevio Henrique Pasin

**Desempenho no Armazenamento de Sementes
de Milho Tratadas com Inseticidas**

Tese apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Dr. Francisco Amaral Villela, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Amaral Villela

Pelotas, 2017

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

P282d Pasin, Nevio Henrique

Desempenho no armazenamento de sementes de milho
tratadas com inseticidas / Nevio Henrique Pasin ; Francisco
Amaral Villela, orientador. — Pelotas, 2017.

75 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de
Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas,
2017.

1. Zea mays. 2. Tratamento químico. 3. Longevidade. 4.
Qualidade. I. Villela, Francisco Amaral, orient. II. Título.

CDD : 631.521

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Nevio Henrique Pasin

Desempenho no Armazenamento de Sementes
de Milho Tratadas com Inseticidas

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: dezembro de 2017.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Francisco Amaral Villela
(FAEM/UFPeI)

Prof. Dr. Silmar Teichert Peske
(FAEM/UFPeI)

Prof.^a Dr.^a Cristiane Deuner
(CAGG/IFSulL)

Eng. Agr. Dr. Géri Eduardo Meneghello
(FAEM/UFPEL)

Eng. Agr. Dr. Elbio Treicha Cardoso
(EMRBAPA)

*À memória de meus pais, Ermindo e
Antonieta; à minha esposa Carmen e filhos Thiago,
Fábio e Renan*

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Pelotas e a Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, pela oportunidade de realização deste curso de Doutorado.

À empresa Dow AgroSciences Ltda., pelo total suporte na condução do experimento.

Aos professores Francisco Amaral Villela e Géri Eduardo Meneghello, pela valiosa orientação e pelo constante apoio, incentivo e amizade.

À minha família, pela paciência e pelo apoio incondicional ao longo desta jornada.

A Deus, pela contínua presença em minha vida.

RESUMO

PASIN, Nevio Henrique. **Desempenho no Armazenamento de Sementes de Milho Tratadas com Inseticidas**. 2017. 74f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.

O tratamento de sementes de milho com inseticidas, visando ao controle de pragas de solo e parte aérea no estágio inicial do estabelecimento da cultura, vem se tornando prática cada vez mais comum no Brasil. Embora eficientes no controle das pragas, alguns produtos podem causar fitotoxicidade nas sementes logo após o tratamento ou durante o período de armazenamento. Este trabalho visa a estudar o desempenho de lotes de sementes de milho, apresentando diferentes níveis de vigor inicial, submetidos ao tratamento químico com inseticidas e armazenados por diferentes períodos em condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar. Inicialmente, foram selecionados dois lotes de sementes de milho: um de alto vigor inicial, com resultado de teste de frio de 95%; e um lote de médio vigor, com resultado de 85%. As sementes foram tratadas quimicamente, segundo recomendação dos fabricantes, com os produtos tiametoxam, tiametoxam + fipronil e tratamento convencional, e armazenadas em ambiente climatizado com temperatura de 10° C e umidade relativa do ar de 50%. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos testes de germinação, de frio e emergência em canteiro, logo após o tratamento químico e após cada três meses de armazenamento, durante o período de 15 meses. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em parcelas subdivididas com 4 repetições. Observou-se que o vigor inicial das sementes é fundamental para a redução do descarte de lotes tratados com inseticidas, devido à baixa qualidade fisiológica das sementes, durante o período de armazenamento. Os resultados permitem também concluir que os lotes de alto vigor inicial, tratados com tiametoxam e tiametoxam + fipronil preservam qualidade fisiológica por até 12 meses, enquanto que os lotes com médio vigor, tratados com tiametoxam preservam a qualidade por apenas 6 meses, e se tratados com tiametoxam + fipronil, não toleram armazenamento pós tratamento.

Palavras-chave: *Zea mays*; tratamento químico; longevidade; qualidade.

ABSTRACT

PASIN, Nevio Henrique. **Corn Seed Storage Performance Treated with Insecticide**. 2017. 74f. Thesis (PhD) – Seed Science and Technology Program. Federal University of Pelotas

The maize seed treatment, aiming to control soil pests and shoot tissue in the early stages of crop establishment, is becoming increasingly common practice in Brazil. Although effective in pest control, some products may cause phytotoxicity in seeds, immediately after treatment or during the storage period. This work aims to study the quality performance of maize seed lots, presenting different levels of initial vigor, submitted to chemical treatment with insecticides and stored for different periods of time, under controlled conditions of temperature and relative humidity. Before treatment, two seed lots were selected: one of high initial vigor, with a result of 95% in cold test; and another of medium vigor, with a result of 85% in cold test. The seeds were treated, according to manufacturer's recommendations of, with the products thiamethoxam, thiamethoxam + fipronil and a conventional treatment, and stored in climate-controlled environment with temperature of 10 ° C and relative air humidity of 50%. The physiological seed quality was evaluated by the germination test, cold test and field emergency immediately after chemical treatment and after each three months of storage. The experiment was conducted in a completely randomized design (CRD) in subdivided plots with four replications. It was observed that the initial seed vigor is essential to reduce disposal of insecticide treated lots, due to the low physiological quality, during storage period. The results show also that lots of high initial vigor, treated with thiamethoxam and thiamethoxam + fipronil preserve physiological quality for up to 12 months, while the lots with medium vigor, treated with thiamethoxam preserve the quality for only six months, and treated with thiamethoxam + fipronil, do not tolerate storage after treatment.

Keywords: *Zea mays*; chemical treatment; longevity; quality.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resumo da análise de variância dos resultados de qualidade fisiológica de sementes de milho com dois níveis de vigor inicial, submetidas a tres tratamentos químicos e seis períodos de armazenamento.	32
Tabela 2. Germinação (%) de sementes de milho com dois níveis de vigor inicial, submetidas a três tratamentos químicos e seis períodos de armazenamento	35
Tabela 3. Teste de frio (%) em sementes de milho com dois níveis de vigor inicial, submetidas a três tratamentos químicos e seis períodos de armazenamento	42
Tabela 4. Emergência em canteiro (%) de plântulas formadas de sementens de milho com dois níveis de vigor inicial, submetidas a três tratamentos químicos e seis períodos de armazenamento.....	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Efeito de diferentes tratamentos químicos sobre a germinação de sementes de milho de alto vigor inicial, durante o período de armazenamento....	36
Figura 2. Efeito de diferentes tratamentos químicos sobre a germinação de sementes de milho de médio vigor inicial, durante o período de armazenamento.	37
Figura 3. Efeito de diferentes tratamentos químicos sobre a germinação de sementes de milho com dois níveis de vigor inicial, durante o período de armazenamento.	39
Figura 4. Efeito de diferentes tratamentos químicos sobre o resultado do teste de frio em sementes de milho de alto vigor inicial, durante o período de armazenamento	43
Figura 5. Efeito de diferentes tratamentos químicos sobre o resultado do teste de frio em sementes de milho de médio vigor inicial, durante o período de armazenamento	44
Figura 6. Efeito de diferentes tratamentos químicos sobre o resultado de teste de frio de sementes de milho com dois níveis de vigor inicial, durante o período de armazenamento	46
Figura 7. Efeito de diferentes tratamentos químicos sobre a emergência em canteiro de plântulas obtidas de sementes de milho de alto vigor inicial, durante o período de armazenamento	51
Figura 8. Efeito de diferentes tratamentos químicos sobre a emergência em canteiro de plântula obtidas de sementes de milho de médio vigor inicial , durante o período de armazenamento	53
Figura 9. Efeito de diferentes tratamentos químicos sobre o resultado de teste de emergência em canteiro de plântulas obtidas de sementes de milho com dois níveis de vigor inicial, durante o período de armazenamento.....	54

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1. Importância do Tratamento de Sementes	14
2.2. Tratamento Industrial de Sementes e Tratamento na Fazenda.....	14
2.3- Efeitos do Tratamento de Sementes sobre a Qualidade Fisiológica	16
2.4- Armazenagem e Deterioração das Sementes.....	18
2.5- Efeito Bioativador dos Inseticidas.....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1. Local do ensaio	28
3.2. Material vegetal	28
3.3. Tratamento Químico	28
3.4. Acondicionamento e Armazenamento	29
3.5. Avaliação de Qualidade Fisiológica.....	29
3.6- Procedimento estatístico	30
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1. Análise de variância	32
4.2. Germinação	33
4.3. Teste de Frio	39
4.4. Emergência em Canteiro	46
5. CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
ANEXOS	

1. INTRODUÇÃO

O milho é produzido, atualmente, em quantidade de grãos superior a qualquer outro cereal no mundo. Levantamento do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), estima uma produção mundial de um bilhão de toneladas de milho para a safra 2017/18 (United States Department of Agriculture – USDA, 2017).

No Brasil, a cultura de milho representa 40% do volume total produzido de grãos. Segundo levantamento da CONAB, para 2017, de uma estimativa total de 232 milhões de toneladas produzidas, 93 milhões serão de milho. A projeção de área cultivada para 2017, incluindo primeira e segunda safra, é superior a 17 milhões de hectares, o que significa que haverá uma demanda de 17 milhões de sacas de semente de milho para este ano (Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, 2017).

Nas últimas décadas, as grandes corporações têm investido em novas tecnologias biológicas como a transgenia, tornando o mercado agrícola, e principalmente a cultura de milho, o principal foco de investimento biotecnológico. Essa evolução veio também acompanhada por novas e mais avançadas tecnologias em proteção de sementes por meio de ingredientes ativos modernos que contemplem ao máximo a proteção da planta contra pragas e doenças nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura.

O tratamento de sementes utilizado como ferramenta de proteção completa da semente, tanto no campo como no armazenamento, é relativamente recente.

Historicamente, a semente de milho tem recebido tratamento convencional a base de inseticidas e fungicidas específicos para controle de pragas de armazenamento e fungos de solo. Com o advento de novos ingredientes ativos e os avanços tecnológicos nos equipamentos de tratamento de sementes, passou-se a adicionar também um tratamento preventivo, a base de inseticidas sistêmicos, visando ao controle de pragas no solo e da parte aérea no estágio inicial de

desenvolvimento da planta.

Este tratamento adicional de sementes de milho com inseticidas sistêmicos é uma prática que vem aumentando consideravelmente ao longo dos anos no Brasil. Dados das últimas safras mostram que mais de 90% das sementes de milho receberam este tratamento com inseticidas, sendo que aproximadamente metade deste volume foi tratado antecipadamente na indústria: Tratamento Industrial de Sementes (TIS); e a outra metade, recebeu tratamento imediatamente antes da semeadura, na rede de distribuição ou diretamente na fazenda: Tratamento “*on farm*” (KLEFFMANN GROUP, 2015).

Um dos problemas, decorrentes deste novo tratamento de sementes, está relacionado com o efeito fitotóxico dos produtos químicos utilizados sobre a qualidade fisiológica das sementes. Estudos tem demonstrado que a maioria dos inseticidas provoca redução em maior ou menor grau da qualidade fisiológica das sementes tratadas ao longo do período de armazenamento.

A aplicação de produtos estranhos à semente como a própria água, fungicidas, inseticidas, nematicidas, nutrientes, antídotos, reguladores de crescimento, aminoácidos, polímeros e corantes, aumentam os riscos de deterioração da qualidade fisiológica da semente em maior ou menor grau, dependendo do agente utilizado (PESKE; BAUDET, 2012).

Fatores como a qualidade inicial do lote, associada às condições e tempo de armazenamento também exercem acentuada influência na preservação da qualidade das sementes.

Avaliando o desempenho de sementes de milho tratadas com tiametoxam em função da dose e do período de armazenamento, Nunes (2008) concluiu que as sementes de milho tratadas com tiametoxam podem ficar armazenadas por um período de até um ano em ambiente climatizado, porém não mais que seis meses em ambiente convencional.

Estudos mostram que quanto maior a qualidade inicial de um lote de sementes maior será sua capacidade de tolerar condições adversas de tratamento

e armazenamento. Por outro lado, sabe-se que nem todos os lotes de milho aprovados para comercialização na indústria de sementes possuem o mesmo nível de vigor inicial.

Diante desta realidade e da demanda do mercado para o tratamento industrial com inseticidas, as empresas produtoras de sementes de milho precisam gerenciar o vigor inicial dos lotes a serem tratados e as condições de armazenagem das sementes, a fim de minimizar a redução da qualidade fisiológica, ao longo do período de armazenamento.

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho de lotes de sementes de milho, apresentando diferentes níveis de vigor inicial, submetidos ao tratamento químico com inseticidas e armazenados por diferentes períodos em condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Importância do Tratamento de Sementes

Com o advento da biotecnologia, a semente transformou-se num insumo ainda mais valioso, na medida que se tornou o veículo que leva ao agricultor características genéticas superiores de novas variedades, associadas com diferentes tipos de eventos transgênicos de grande potencial e interesse agrônômico.

O tratamento preventivo de sementes de milho passa a ser, nestas circunstâncias, uma demanda natural do agricultor, que não quer correr o risco de perder nenhuma planta por ataque de insetos ou fungos, durante a fase inicial de estabelecimento de sua lavoura. É neste contexto que surge a necessidade do tratamento adicional de sementes com inseticidas sistêmicos (BITTENCOURT et al., 2000).

Ocorre, no entanto, que tais inseticidas aplicados antecipadamente podem causar efeitos deletérios sobre a qualidade da semente, dependendo da dose do produto, do vigor inicial do lote de sementes e do tempo e condições de armazenamento da semente tratada.

2.2. Tratamento Industrial de Sementes e Tratamento na Fazenda

A recomendação para que o tratamento de sementes com inseticidas seja realizado próximo ao momento da semeadura, para evitar possíveis danos à qualidade das sementes, nem sempre pode ser observada. Muitas vezes, as empresas produtoras de sementes não dispõem de capacidade instalada e estrutura de logística suficiente para realizar o tratamento de todo o volume de sementes, num curto período de tempo, imediatamente antes do período de semeadura. Em geral, as sementes de milho começam a ser tratadas de quatro a seis meses antes da semeadura e vão sendo armazenadas em câmara fria, aguardando o momento da comercialização (Apêndice A).

Embora exista a alternativa do tratamento adicional das sementes com inseticidas ser realizado na fazenda (*on farm*) no momento da pré-semeadura, existem muitas desvantagens associadas a este tratamento realizado diretamente na fazenda: a) utilização de equipamentos de baixa tecnologia que não garantem precisão na dosagem; b) distribuição desuniforme do produto, causando desperdício pelo excesso ou comprometimento da eficiência do controle pela falta de ingrediente ativo nas sementes; c) risco de causar dano mecânico nas sementes pelo uso de tratadores e transportadores inadequados; d) riscos de intoxicação de colaboradores durante a operação de tratamento; e) acúmulo de embalagens de inseticidas a serem descartadas na fazenda, podendo causar impacto ao meio ambiente com a tríplice lavagem.

Estudando a adoção do Tratamento Industrial de Sementes (TIS) de soja no Brasil, safra 2014-2015, França-Neto et al. (2015) destacou que o TIS é realizado com a utilização de técnicas e equipamentos de aplicação de precisão, assegurando que o tratamento seja feito com as doses corretas dos produtos, com eficiente cobertura das sementes e com custos compatíveis com esta prática. Acrescentaram também que diversas vantagens foram enumeradas pelas empresas produtoras de sementes, que podem justificar a crescente utilização do TIS, destacando-se: a) comodidade aos clientes; b) maior rendimento por hora; c) economia de mão-de-obra e de tempo; d) redução do risco de intoxicação ao produtor; e) maior precisão de aplicação; f) boa cobertura da semente; g) garantia do uso de produtos e sementes de qualidade; h) menor custo ao produtor.

Um aspecto importante a ser considerado no tratamento industrial de sementes de milho está relacionado com a questão da sobra de sementes tratadas de uma safra para outra. Estas sementes, denominadas de sobra de produção (*carryover*), acabam ficando armazenadas por períodos de até 12 ou mais meses, aguardando a próxima safra, com grandes riscos de redução da qualidade fisiológica. Daí a importância de conhecer bem a qualidade inicial dos lotes a serem tratados, para tentar prever o efeito do tratamento sobre a qualidade das sementes, durante o período de armazenamento.

2.3- Efeitos do Tratamento de Sementes sobre a Qualidade Fisiológica

A qualidade fisiológica das sementes influencia diretamente o estande inicial de plantas, refletindo-se no rendimento da cultura. Juntamente com a germinação, o fator que determina um rápido e uniforme estabelecimento da população de plântulas do campo é o vigor, sendo considerado o atributo de qualidade que melhor expressa o desempenho da semente. O teste de vigor tem por objetivo distinguir os níveis de qualidade fisiológica das sementes, que não são possíveis de detectar pelos testes de germinação (KRZYZANOWSKY, 1999).

Diversos fatores podem influenciar a qualidade fisiológica da semente, dentre eles: adversidades ambientais de disponibilidade de água, temperatura, nutrientes; danos mecânicos ocorridos na colheita e beneficiamento; danos térmicos na secagem; tratamento químico e armazenagem das sementes (BAUDET; VILLELA, 2012).

Estudando o efeito de inseticidas sistêmicos sobre a qualidade de sementes de milho tratadas e armazenadas por um período relativamente curto (0, 7, 14 e 21 dias), Baldo et al. (2006) observaram que mesmo em curto período de armazenamento, alguns inseticidas causaram fitotoxicidez às sementes de milho, reduzindo sua percentagem de germinação.

Por sua vez, Tonin (2008) verificou que a manutenção da qualidade de sementes de milho híbrido tratadas com inseticidas depende do híbrido, do produto químico empregado no tratamento e do controle da temperatura e umidade relativa do ar durante o armazenamento. O mesmo autor concluiu também que a redução na viabilidade e no vigor de sementes de milho tratadas com tiametoxam, intensifica-se com o prolongamento do período de armazenamento. De modo similar, avaliando o efeito dos inseticidas carbofuran, tiodicarb e tiametoxan na germinação e vigor de sementes de milho, Bittencourt et al. (2000) concluíram que o apenas o carbofuran afetou a germinação das sementes, mas que todos os inseticidas causaram reduções significativas no vigor das sementes, com intensidade variável em função do tipo de híbrido, do produto e do período de

armazenamento. Como observaram redução da qualidade fisiológica das sementes durante com o período de armazenamento, os autores recomendam que o tratamento seja realizado próximo ao momento da semeadura.

Ao avaliar os efeitos de diferentes inseticidas sobre a qualidade fisiológica de sementes de milho ao longo de 12 meses de armazenamento, em dois ambientes, Silva, (2009) concluiu que os produtos tiametoxam e tiodicarb não afetaram a qualidade fisiológica em ambiente controlado (câmara fria). No entanto, em ambiente sem controle (armazém), a qualidade fisiológica da semente foi afetada por todos os produtos, e de forma mais acentuada para o imidacloprid.

De modo análogo, Rosa et al. (2012), ao estudarem o vigor de sementes de milho híbrido tratadas com tiametoxam e armazenadas por 60, 120 e 180 dias, constataram que ao longo do armazenamento, o vigor de sementes de milho tratadas com este produto é influenciado negativamente. Por sua vez, avaliando o efeito do inseticida sobre a qualidade fisiológica das sementes de milho, armazenadas por diferentes períodos e condições de armazenamento, Nunes (2008) concluiu que as sementes tratadas com tiametoxam podem ficar armazenadas por um período de até um ano em ambiente climatizado, porém não mais que seis meses em ambiente convencional. Verificou também que a emergência em canteiro não é afetada pelo tratamento de sementes de milho com o inseticida tiametoxam, mesmo em dose 50% acima da recomendada.

A qualidade fisiológica das sementes de milho tratadas com fipronil e tiametoxam, tanto de forma isolada como em associação, segundo Melo et al. (2010) não foi comprometida em condições favoráveis de semeadura. Porém, em condições de semeadura com baixa temperatura e alta umidade do solo, o desempenho das sementes tratadas com estes inseticidas foi afetado negativamente. Por sua vez, Salgado e Ximenes (2013) também verificaram que os inseticidas fipronil, tiametoxam e imidacloprido + tiodicarbe, influenciaram negativamente a germinação das sementes de milho.

Estudando o efeito de combinações de inseticidas e de fungicidas sobre a conservação de sementes de milho durante o armazenamento, Fessel et al. (2003)

concluíram que os tratamentos químicos aplicados tendem, com o aumento das doses, a gerar efeitos latentes, desfavoráveis ao desempenho das sementes, intensificados com o prolongamento do período de armazenamento.

Ao avaliar qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas, sob quatro períodos de armazenamento (0, 15, 30 e 45 dias após o tratamento), Dan et al. (2010) também verificaram que a redução da qualidade fisiológica das sementes, intensifica-se com o prolongamento do armazenamento das sementes tratadas recomendando, portanto que o tratamento inseticida das sementes de soja seja realizado próximo ao momento da semeadura.

Por sua vez, Brzezinski et al. (2015) estudaram o efeito do tratamento de sementes de soja antecipado e em pré-semeadura com diferentes combinações de produtos químicos e concluíram que o tratamento antecipado (240 dias antes da semeadura) prejudica o estabelecimento da cultura, a massa de mil sementes e a produtividade de grãos, em relação ao tratamento em pré-semeadura.

2.4- Armazenagem e Deterioração das Sementes

A semente de milho alcança seu potencial máximo de qualidade próximo ao ponto de maturidade fisiológica. Após este estágio, inicia-se um processo contínuo de deterioração evidenciado pela redução de vigor e germinação, podendo culminar com a morte da semente. De acordo com Bewley e Black (1994), a velocidade de deterioração das sementes de milho durante o armazenamento é influenciada, principalmente, pela qualidade fisiológica inicial das sementes, bem como, pelas flutuações das condições de umidade relativa e de temperatura do ambiente. A umidade relativa do ar promove flutuação no teor de água da semente até que seja alcançado o ponto de equilíbrio higroscópico (POPINIGIS, 1976). Durante o armazenamento, o aumento da umidade e da temperatura pode provocar uma aceleração das atividades respiratórias da semente e de fungos e/ou insetos que a acompanham, causando consequentes reduções na germinação e no vigor (PAOLINELLI; FALLIERI, 1982).

Na maturação fisiológica as sementes apresentam o máximo potencial de armazenamento, máximo peso seco, germinação e vigor. Depois do ponto de maturidade fisiológica, a redução do vigor dependerá do intervalo de tempo que as sementes ficarão armazenadas, do tipo de semente e das condições de armazenamento. O conteúdo de reservas das sementes é importante para sua longevidade. Os cereais, por exemplo, com alto conteúdo de amido, possuem alto potencial de armazenamento. Por outro lado, sementes com alto teor de óleo têm tendência a um maior risco de deterioração, devido a reações envolvendo a peroxidação de lipídeos (BLACK et al., 2006).

O armazenamento adequado deve ser realizado tão logo quanto possível para preservar a qualidade da semente desde a colheita até a semeadura na safra seguinte. Contudo, o armazenamento das sementes inicia-se algum tempo antes que seja realizada a colheita, ou seja, a partir do momento em que elas atingem o ponto de maturidade fisiológica. Nesse estágio, porém, as sementes ainda apresentam alta umidade e por isso permanecem mais tempo no campo, até que possam ser colhidas. Dessa forma, o principal objetivo do armazenamento é a manutenção da qualidade fisiológica das sementes reduzindo ao mínimo a deterioração (BAUDET; VILLELA, 2012).

Condições ideais de armazenamento não aumentam vigor e germinação das sementes, enquanto o armazenamento sob condições desfavoráveis pode acarretar, como última consequência, a perda da germinação, usualmente devido à deterioração fisiológica e desenvolvimento de fungos (BLACK et al., 2006). A longevidade das sementes é influenciada por características físicas, fisiológicas e sanitárias e pelas condições de armazenagem, sobretudo teor de água da semente e temperatura do ambiente. Dependendo da qualidade inicial das sementes e das condições de armazenamento, poderá ocorrer preservação da qualidade fisiológica ou intensificar o processo de deterioração. A redução do teor de água das sementes e da temperatura do ambiente, associada ao tratamento químico, tende a prolongar a longevidade das sementes. No entanto, a combinação de alto teor de água e elevada temperatura, são condições favoráveis para a proliferação de fungos e

infestação de insetos, ocasionando redução do vigor e conseqüentemente a perda de viabilidade (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

As condições em que as sementes são armazenadas afetam acentuadamente sua taxa de deterioração, e por esta razão afetam a sua armazenabilidade. O teor de água das sementes é considerado um dos fatores mais importantes, afetando a velocidade com que as sementes perdem sua viabilidade, especialmente em ambiente com altas temperaturas (POPINIGIS, 1985).

A temperatura de armazenamento influencia a umidade de equilíbrio das sementes, uma vez que sendo higroscópicas, as sementes podem absorver ou ceder água para ambiente até atingir o equilíbrio. O equilíbrio higroscópico ocorre se há uma igualdade de pressão de vapor entre a umidade da semente e a umidade relativa do ar, em uma dada temperatura. De maneira similar ao que ocorre com a umidade, as sementes também entram em equilíbrio térmico com a temperatura do ar ambiente. Assim, em condições de baixa temperatura do ar, as sementes também apresentarão redução de temperatura, e conseqüentemente, todo o metabolismo que necessita de energia térmica para ocorrer será reduzido, levando à diminuição das atividades fisiológicas e das perdas em virtude da respiração e oxidação dos carboidratos das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Harrigton (1972) estabeleceu um critério simples relacionado a viabilidade de armazenagem das sementes de plantas cultivadas, com teores de água variando entre 5 a 14% e temperaturas entre 0 a 40°C: Para cada decréscimo de 1 ponto percentual de umidade, ou 5,5°C na temperatura, duplica o potencial de armazenamento da semente.

A deterioração de sementes é um processo inevitável e irreversível, manifestada por uma série de alterações físicas, fisiológicas e bioquímicas, com início a partir da maturidade fisiológica, em ritmo progressivo, determinando a queda do potencial de desempenho e culminando com a morte da semente (MARCOS FILHO, 2005).

As transformações durante a deterioração são progressivas e estão determinadas por fatores genéticos, fatores ambientais (clima, nutrição, insetos), procedimentos de colheita, beneficiamento, secagem, transporte e armazenamento das sementes. A velocidade de deterioração varia entre espécies, variedades e sementes individuais dentro de um mesmo lote. Muitas alterações em nível celular ocorrem durante a deterioração, contudo ainda é difícil determinar as mais importantes, bem como as causas e efeitos da deterioração, visto que seu mecanismo permanece desconhecido até hoje (BAUDET; VILLELA, 2012).

As primeiras mudanças deteriorativas que afetam o potencial fisiológico das sementes tem sido atribuída a vários processos bioquímicos, como desnaturação de biomoléculas e acumulação de substâncias tóxicas, em adição à redução da integridade das membranas celulares (BASAVARAJAPPA et al., 1991). As alterações enzimáticas vêm sendo estudadas, dentro da área de tecnologia de sementes, com o objetivo de encontrar indicadores confiáveis relacionados com o potencial fisiológico e esclarecer os processos que levam à deterioração das sementes. Nesse sentido, tentativas tem sido feitas visando a relacionar a redução na viabilidade das sementes com alterações na atividade de certas enzimas. As enzimas podem servir como indicadores da deterioração, possibilitando a avaliação dos eventos bioquímicos decorridos durante o processo de deterioração e germinação das sementes (ALBUQUERQUE et al., 2009).

Copeland e McDonald (2001) destacaram que para detectar o início da deterioração das sementes, as avaliações mais sensíveis são aquelas relacionadas à atividade de enzimas associadas à biossíntese em novos tecidos, uma vez que com o processo de deterioração das sementes, as enzimas tornam-se menos eficientes para exercer a atividade catalítica.

A degradação das membranas celulares pela ação dos radicais livres é uma das teorias mais aceitas para explicar as causas da deterioração de sementes, talvez por ser considerada como o início do processo de desorganização metabólica. A base para esta afirmação vem do conhecimento de que sementes deterioradas lixiviam maior quantidade de eletrólitos, ao sofrerem embebição

diretamente em água (KRZYŻANOWSKY; WEST; FRANÇA NETO, 2001)

O início do processo de deterioração das sementes é manifestado pela redução do vigor. Várias enzimas, tais como, lipases, amilases, proteinases, desidrogenases e fosfatases apresentam redução de sua atividade em decorrência do decréscimo da qualidade fisiológica das sementes (BEWLEY; BLACK, 1994). A α -amilase, enzima hidrolítica, é produzida pela camada de aleurona em resposta à ação das giberelinas, sendo liberada dentro do endosperma onde atua na conversão de amido em açúcares, utilizados no crescimento do embrião (ARTECA, 1995). Similarmente, a fosfatase ácida é uma enzima do tipo hidrolase, que atua no metabolismo de carboidratos e fosfatos, participando da mobilização de proteínas de reserva, principalmente durante a germinação e crescimento da plântula (BEWLEY; BLACK, 1994; GOMES et al., 2000).

A aplicação de produtos estranhos à semente como a própria água, fungicidas, inseticidas, nematicidas, nutrientes, antídotos, reguladores de crescimento e hormônios, aminoácidos, polímeros e corantes, aumenta os riscos de deterioração da qualidade fisiológica das sementes, em menor ou maior grau, dependendo do agente utilizado. Por outro lado, são inegáveis as vantagens de se utilizar uma semente protegida, como veículo de transporte de tecnologia, além do combate contra agentes biológicos externos como fungos, insetos, nematoides, etc. Daí a importância da realização de estudos específicos de tratamento de sementes com produtos de última tecnologia envolvendo o armazenamento (PESKE; BAUDET, 2012).

2.5- Efeito Bioativador dos Inseticidas

Determinados inseticidas podem conferir, além do efeito protetor, efeitos fisiológicos na planta, auxiliando tanto no crescimento inicial quanto no desenvolvimento. Estes produtos, comumente chamados bioativadores, são substâncias naturais de origem vegetal que possuem ações semelhantes aos principais reguladores vegetais, visando estimular o crescimento e o desenvolvimento da planta (CASTRO et al., 2008).

Substâncias bioativadoras, capazes de atuar na síntese e ação de hormônios endógenos, levando à modificação da morfologia e fisiologia das plantas podem ser encontradas em produtos como o tiametoxam e imidacloprid (inseticidas sistêmicos do grupo químico dos neonicotinóides) e aldicarb (inseticida, acaricida e nematicida sistêmico do grupo químico metilcarbamato de oxima). Há relatos que o princípio ativo destes inseticidas proporciona maior vigor em plântulas de milho, ervilha, soja (HORRI et al., 2007), trigo (MACEDO; CASTRO 2011), sorgo (VANIN et al., 2011) e arroz (GROHS et al., 2012), além de proteger as plântulas de soja contra estresses abióticos como a seca (CATANEO et al., 2010), confirmando seu poder bioativador.

Ao estudarem o efeito da aplicação dos inseticidas tiametoxam e imidacloprid no tratamento de sementes de feijão, Barbosa et al. (2002) constataram que os ingredientes ativos proporcionaram melhoria nas características agronômicas da cultura, resultando em aumento de produtividade. Também Cataneo (2008) observou que a utilização de tiametoxam no tratamento de sementes de soja acelera a germinação, induz maior desenvolvimento do eixo embrionário minimizando os efeitos negativos em situações de presença de alumínio, salinidade e deficiência hídrica. Segundo o mesmo autor, o tiametoxam reduz o tempo para estabelecimento da cultura no campo, diminuindo os efeitos negativos de competição com plantas daninhas ou por nutrientes essenciais presentes no solo.

O tiametoxam (3-(2-cloro-tiazol-5-ilmetil)-5-metil-[1,3,5] oxadiazinan-4-ilideno-N- nitroamina), inseticida sistêmico do grupo neonicotinóide da família nitroguanidina, é utilizado no controle de pragas iniciais, insetos sugadores e alguns mastigadores, atuando no receptor nicotínico acetilcolina dos insetos lesando o sistema nervoso e levando-os à morte (GAZZONI, 2008). Este produto também tem demonstrado efeito positivo como o aumento da expressão do vigor, acúmulo de fitomassa, alta taxa fotossintética e raízes mais profundas, em sementes de arroz (ALMEIDA et al., 2011).

O tiametoxam é transportado dentro da planta através de suas células e ativa várias reações fisiológicas como a expressão de proteínas. Estas proteínas interagem com vários mecanismos de defesa de estresses da planta, permitindo

que ela enfrente melhor condições adversas, tais como secas, baixo pH, alta salinidade de solo, radicais livres, estresses por temperatura altas, efeitos tóxicos de níveis elevados de alumínio, ferimentos causados por pragas, ventos, granizo, ataque de viroses e deficiência de nutrientes. Possui efeito fitotônico, isto é, desenvolvimento mais rápido do vegetal expressando melhor seu vigor. Em soja foi observado aumento do vigor, produtividade, área foliar e radicular, estando mais uniforme, uniformidade na emergência e melhor desenvolvimento inicial (CASTRO, 2008).

Ao avaliarem a influência do efeito bioativador do tiametoxam no tratamento de sementes de cenoura, Almeida et al. (2009) observaram que o produto estimula o desempenho fisiológico das sementes de cenoura, submetidas ou não ao estresse hídrico. Verificaram também que as sementes tratadas com tiametoxan apresentam acréscimos significativos na germinação e no vigor, e que as concentrações de 0,05 e 0,4 mL do produto foram eficientes, havendo tendência de a concentração mais alta apresentar maiores acréscimos na qualidade das sementes.

Estudando o efeito da aplicação de tiametoxam em plantas de cana-de-açúcar, feijoeiro, soja, e cafeeiro, em diferentes doses e formas de aplicação (tratamento de sementes, pulverização foliar e aplicação no solo, Pereira (2010) observou que a aplicação de tiametoxam em pulverização foliar, em cana-de-açúcar, aumenta a área foliar e o comprimento das raízes, além disso, amplia a espessura do córtex da raiz, incrementa o diâmetro do cilindro vascular e aumenta o número de metaxilemas; em feijoeiro, com tratamento de sementes, aumenta a área foliar, a massa seca da parte aérea e a atividade da nitrato redutase em folhas; em soja, em tratamento de sementes, aumenta a área foliar, massa seca e comprimento das raízes e os teores foliares de cálcio e magnésio.

Em algodão, Lauxen et al. (2010), constataram que o tratamento de sementes com tiametoxam favorece positivamente a qualidade fisiológica das sementes, e as doses de 5,0 a 7,0 mL de Cruiser® 350 FS por kg de semente mostraram-se mais eficientes em melhorar o desempenho fisiológico das sementes.

Estudando o efeito bioativador do tiametoxam no desempenho fisiológico de arroz, Almeida et al. (2011) verificaram que sementes tratadas com tiametoxam apresentaram performance superior, em todas as características estudadas, em relação aos valores obtidos no tratamento sem aplicação de tiametoxam, variando apenas a intensidade desta diferença devido à dose utilizada em cada tratamento. No entanto, nas doses mais altas, observaram uma redução nos valores, provavelmente causados por efeito fitotóxico do produto. Por sua vez, Soares et al. (2012) estudando o potencial fisiológico de sementes de arroz, tratadas com rizobactérias promotoras de crescimento e duas doses do inseticida tiametoxam, concluíram que as variáveis fisiológicas sofreram pouca ou nenhuma influência dos tratamentos, porém não houve efeito tóxico das rizobactérias e do tiametoxam.

Com o objetivo de avaliar o desempenho de sementes de feijão-caupi tratadas com fungicidas, inseticidas e micronutrientes, sob diferentes condições de armazenamento, Oliveira (2013) observou que os produtos (imidacloprid + tiodicarbe) e (fipronil + piraclostrobina + tiofanato metílico) proporcionam efeito estimulante sobre o desempenho das sementes. Constatou também que sementes revestidas com tiametoxam são menos afetadas pelo armazenamento do que as sementes não tratadas.

Analisando a qualidade fisiológica e efeitos fitotóxicos em sementes de soja tratadas com inseticidas e imediatamente submetidas ao teste de germinação, Dan et al. (2012) observaram que o tratamento com os inseticidas tiametoxam, fipronil e imidacloprid proporcionaram adequada qualidade fisiológica de sementes, não interferindo negativamente no desenvolvimento inicial das plantas. Todavia, os inseticidas [imidacloprid + tiodicarbe], acefato e carbofuram prejudicaram a germinação e o vigor de sementes, principalmente em condições de estresse. Verificaram também que em condição de casa de vegetação, o inseticida carbofuram provocou sintomas expressivos de fitotoxicidade nas plantas de soja, caracterizada por clorose das folhas e necrose nos cotilédones, observados aos sete dias após a emergência.

Por sua vez, Scarpellini et al. (2003) avaliaram o efeito do tiametoxam em tratamento de sementes de soja e não observaram diferença significativa na taxa de germinação, comprimento de raízes, altura e massa das plantas. Também Barros et al. (2001) não detectaram redução da germinação em relação às sementes não tratadas, ao utilizarem tiametoxan na cultura do feijão. Em soja, Tavares et al. (2007) não encontraram diferença de germinação e de vigor ao utilizarem diferentes doses de tiametoxam no tratamento de sementes.

Em contrapartida, avaliando a aplicação de tiametoxam, aldicarb, stimulate e imidacloroprid em tratamento de sementes de soja, Castro et al. (2008) verificaram que todos os tratamentos tornaram as raízes mais finas, sendo que a germinação foi reduzida significativamente nos tratamentos com tiametoxam e aldicarb, mostrando, portanto, que o ingrediente ativo contido no produto químico foi prejudicial ao desenvolvimento das plântulas de soja, conforme relatado por Oliveira e Cruz (1986) em sementes de milho. De modo similar, estudando o efeito do uso de tiametoxam na qualidade fisiológica de sementes e desempenho inicial de plântulas de *Brachiaria brizantha*, Seraguzi et al. (2014) observaram que as doses do inseticida não influenciaram a germinação das sementes, porém o aumento da concentração propiciou declínio no crescimento inicial da raiz e na massa fresca de plântulas.

Estudando o efeito do tratamento de sementes de soja com bioestimulante, bioativador e nutrientes, no desenvolvimento inicial de sementes de soja, Binsfeld et al. (2014) concluíram que a eficiência dos produtos sofreu influência da qualidade fisiológica da semente, sendo observado efeito mais pronunciado dos produtos em lotes de alto vigor; de forma geral, não observaram efeito dos produtos sobre a germinação; o bioativador tiametoxam apresentou efeito negativo na germinação de sementes e no desenvolvimento de plântulas.

Da mesma forma, analisando a interferência de produtos com efeito de reguladores do crescimento, sobre a germinação e o desempenho inicial de plântulas de milho, em condições de estresse salino, Henning et al. (2014), constataram que o tratamento de sementes com tiametoxam não promoveu

melhoria na germinação de sementes, independentemente do genótipo testado.

Por fim, na avaliação de diferentes tratamentos de sementes sobre o desenvolvimento de plantas de soja, Cunha et al. (2015) concluíram que a mistura de ingredientes ativos inseticidas e fungicidas prejudica o desenvolvimento inicial das plântulas de soja. Verificaram também que aos 45 dias após a emergência, há efeito positivo dos produtos tiametoxam, [abamectina + tiametoxam + fludioxonil], CruiserAdvanced® e [metalaxyl-M + fludioxonil] sobre o crescimento, porém este estímulo não se reflete na produção final de grãos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local do ensaio

O experimento foi realizado na unidade de beneficiamento de sementes da empresa Dow AgroSciences Sementes e Biotecnologia em Jardinópolis-SP e os testes de avaliação da qualidade foram conduzidos no laboratório de sementes da mesma empresa, localizado no município de Cravinhos-SP.

3.2. Material vegetal

Foram utilizados dois lotes comerciais de sementes de milho híbrido simples da mesma cultivar, de peneira chata tamanho 22, com dois níveis de vigor inicial: alto e médio. O teor de água das sementes de ambos os lotes estava em 12,5%.

Para avaliar o perfil de vigor dos lotes, antes do início do experimento, as sementes foram submetidas aos testes de germinação e de frio: germinação de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e vigor expresso pelo resultado do teste de frio realizado em caixas de plástico contendo uma mistura de areia e solo proveniente de área cultivada com milho, na proporção de 2:1.

Lote de alto vigor inicial: germinação de 98% e vigor de 95% (teste de frio).

Lote de médio vigor inicial: germinação de 94% e vigor de 85% (teste de frio).

3.3. Tratamento Químico

O tratamento químico da semente foi realizado por meio de máquina automatizada para tratamento industrial de sementes por batelada, equipada com sistema computadorizado de controle de dose de aplicação e com disco de atomização rotativo. A dose de calda (água + produto) aplicada na semente foi de 200 ml por saco de 60.000 sementes.

As sementes foram tratadas conforme descrição a seguir:

1. CONVENCIONAL: tratamento usual da empresa composto de:

- a) Deltametrina: K-Obiol 25 CE, 8ml de produto por 100 kg de sementes;
- b) Pirimifos-metil: Actelic 500 CE, 1,6 ml de produto por 100 kg de sementes;
- c) Fludioxonil + mefenoxan-m: Maxin XL, 150 ml de produto por 100 kg de sementes.

2. TIAMETOXAM: tratamento usual da empresa, acrescido de:

- a) Tiametoxam: Cruiser 350 FS, contendo 350g de ingrediente ativo por litro de produto comercial na dose de 120 ml de produto comercial por 60.000 sementes

3. TIAMETOXAM+FIPRONIL: tratamento usual da empresa, acrescido de:

- a) Tiametoxam: Cruiser 350 FS, contendo 350g de ingrediente ativo por litro de produto comercial na dose de 120 ml de produto comercial por 60.000 sementes
- b) Fipronil: Standak contendo 250g de ingrediente ativo por litro de produto comercial na dose de 50 ml de produto comercial por 60.000 sementes.

3.4. Acondicionamento e Armazenamento

Após o tratamento químico, os lotes foram acondicionados em embalagens de papel kraft multifoliado contendo 60.000 sementes cada embalagem. O armazenamento foi realizado em câmara climatizada com temperatura constante de 10° C e umidade relativa do ar de 50%, por um período de até 15 meses.

3.5. Avaliação de Qualidade Fisiológica

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada a cada 3 meses de armazenamento (0; 3; 6; 9; 12 e 15 meses) através dos seguintes testes:

Teste de germinação: realizado de acordo com a RAS – Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes distribuídas em papel marca Germitest, umedecido com água destilada na proporção de três vezes o peso do papel seco e postas em germinador à 25°C por um período de cinco dias, sendo os resultados da germinação expressos em porcentagem.

Teste de frio: conduzido em caixas de plástico com dimensões de 27X37 cm e 8 cm de altura, preenchidas com uma mistura de areia e solo proveniente de área cultivada com milho, na proporção de 2:1. Foram semeadas quatro repetições de 50 sementes em cada caixa e cobertas com uma camada de aproximadamente 3 cm da mistura de solo e areia, seguido de irrigação com água suficiente para atingir 70% da capacidade de campo. As caixas foram tampadas e mantidas em câmara fria a temperatura de 10°C, por sete dias. Após este período, as caixas foram destampadas e transferidas para uma câmara de vegetação climatizada, onde permaneceram por cinco dias, à temperatura entre 25 e 30°C, sendo então realizada a contagem de plântulas normais, usando-se como critério plântulas com altura igual ou superior a 3cm e o par de folhas primárias aberto e sem danos (BARROS et al., 1999), sendo os resultados expressos em porcentagem.

Teste de emergência em canteiro: conduzido em ambiente externo, com solo da região de Cravinhos/SP, utilizando-se quatro repetições de 100 sementes por metro linear, colocadas à uma profundidade de 3 cm. A irrigação foi realizada de modo a assegurar adequado suprimento de umidade no solo para a germinação das sementes e a contagem aos 10 dias após a semeadura. Nesta contagem foram consideradas somente as plântulas emergidas e os resultados foram expressos em porcentagem.

3.6- Procedimento estatístico

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema de parcela subdividida 3 x 2 x 6 (3 tratamentos químicos, 2 níveis de vigor inicial das sementes e 6 períodos de armazenamento) com 4 repetições.

Para a análise estatística foi utilizado o programa Winstat, sendo os dados submetidos à análise de variância seguida das análises complementares. As médias dos tratamentos químicos de sementes foram comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. O impacto do fator tempo de armazenamento e suas interações com o tipo de tratamento e vigor inicial das sementes, foi avaliado através de regressão polinomial e expresso em forma de gráficos de linhas, para cada uma das variáveis resposta. Antes da análise de variância, os dados de germinação, frio e emergência foram submetidos à transformação arco seno da raiz quadrada de x dividido por 100.

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise de variância

A análise de variância dos dados do experimento mostra que houve interação significativa dos três fatores estudados (tipo de tratamento químico, vigor inicial das sementes e tempo de armazenamento), para todas as variáveis resposta. Esta ocorrência significa que o efeito dos produtos químicos utilizados no tratamento, sobre a qualidade fisiológica das sementes de milho, variou em função do vigor inicial do lote e do tempo de armazenamento. (Tabela 1).

Sendo a interação tripla significativa, procedeu-se o desdobramento de cada um dos fatores dentro dos níveis dos outros. Além disso, os resultados foram apresentados separadamente para cada variável resposta.

Tabela 1. Resumo da análise de variância dos resultados de qualidade fisiológica de sementes de milho com dois níveis de vigor inicial, submetidas a tres tratamentos químicos e seis períodos de armazenamento.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Germinação	Teste de Frio	Emergência em Canteiro
Tratamento químico (T)	2	80.68 *	362.68 *	23.86 *
Vigor (V)	1	845.84 *	4323.06 *	529.00 *
T x V	2	3.54 ns	88.02 *	21.58 *
Resíduo a	18	0.25	1.47	0.60
Armazenamento (A)	5	118.07 *	420.34 *	95.21 *
T x A	10	22.854 *	35.02 *	11.86 *
V x A	5	25.89 *	31.84 *	19.06 *
T x V x A	10	10.89 *	27.20 *	9.55 *
Residuo b	90	1.22	7.32	2.98
CV (%)		1.29	3.44	1.99

*Efeito significativo à 5% ns / Efeito não significativo de probabilidade

4.2. Germinação

4.2.1- Efeito do Tratamento Químico sobre a Germinação

Os resultados de germinação (Tabela 2), mostraram que sementes de milho com alto vigor, tratadas com os inseticidas tiametoxam e tiametoxam + fipronil e armazenadas por até 12 meses em ambiente climatizado, não diferiram do tratamento convencional. Porém, ao final de 15 meses de armazenamento, nas mesmas condições, as sementes submetidas aos tratamentos tiametoxam e tiametoxam + fipronil, tiveram redução de germinação em comparação ao tratamento convencional.

De modo similar, as sementes de milho de médio vigor, não tiveram sua germinação afetada negativamente pelos tratamentos tiametoxam e tiametoxam + fipronil, em comparação ao tratamento convencional, até o período de nove meses de armazenamento. No entanto, aos 12 meses de armazenamento, a germinação das sementes tratadas com tiametoxam foi inferior aos demais tratamentos. Por outro lado, aos 15 meses de armazenamento, tanto o tratamento tiametoxam quanto tiametoxam+fipronil, apresentaram redução de germinação em comparação ao tratamento convencional, sendo que o tratamento tiametoxam mostrou desempenho inferior.

Resultados similares foram obtidos por Nunes (2008), ao estudar o desempenho de sementes de milho tratadas com tiametoxam em relação ao período de armazenamento, e concluiu que as mesmas podem ficar armazenadas por um período de até um ano, em ambiente climatizado.

Por sua vez, avaliando o desempenho de sementes de milho híbrido tratadas com tiametoxam e armazenadas por 60, 120 e 180 dias, Rosa et al. (2012) observaram que ao longo do armazenamento, a germinação das sementes de dois dos três híbridos estudados, não foi influenciada negativamente pelo tratamento com tiametoxam. Também Silva (2009), ao avaliar a qualidade fisiológica de sementes de milho ao longo de 12 meses de armazenamento em ambiente

climatizado, verificou que o produto tiametoxam não afetou a germinação das sementes.

Por outro lado, Salgado e Ximenes (2013) verificaram que os inseticidas fipronil e tiametoxam influenciaram negativamente a germinação das sementes de milho com o aumento do período de armazenamento e Tonin (2008) concluiu que a redução na viabilidade e no vigor de sementes de milho tratadas com tiametoxam, intensifica-se com o prolongamento do período de armazenamento

Sabe-se que quanto maior a qualidade inicial de um lote de sementes maior será sua capacidade de tolerar condições adversas de tratamento químico e armazenamento. De acordo com Bewley e Black (1994), a velocidade de deterioração das sementes de milho durante o armazenamento é influenciada, principalmente, pela qualidade fisiológica inicial das sementes. Isso, pode explicar a razão pela qual a germinação do lote de sementes de alto vigor, utilizado neste estudo, foi preservada por um período de 12 meses de armazenamento, enquanto o lote de médio vigor teve sua germinação preservada por um período de nove meses apenas.

Estudando o desempenho de sementes de milho tratadas com inseticidas durante o armazenamento, Magalhães (2013) também constatou que os tratamentos com presença de tiametoxam causaram redução na qualidade fisiológica aos 360 dias de armazenamento. No entanto, mesmo com esta redução, os valores de germinação ficaram acima de 90%. Todavia, no presente trabalho, ao final do mesmo período, as sementes de médio vigor, sofreram uma redução de 10 pontos percentuais quando tratadas com tiametoxam.

O provável efeito bioativador do inseticida tiametoxam sobre a germinação das sementes de milho não foi observado neste trabalho. Embora não fosse o objetivo principal deste estudo, os resultados de germinação mostram que o tiametoxam não exerceu efeito bioativador positivo sobre a germinação das sementes de milho. Este resultado concorda com Henning et al. (2014), que estudando a interferência de produtos com efeito de reguladores do crescimento, observaram que o tratamento de sementes com tiametoxam não promoveu melhoria

na germinação de sementes de milho. De modo similar, Binsfeld et al. (2014) avaliando o efeito do tratamento de sementes de soja com bioestimulante, bioativador e nutrientes, no desenvolvimento inicial de sementes de soja, não constataram de maneira geral, efeito positivo dos produtos sobre a germinação, porém, verificaram que o bioativador tiametoxam apresentou efeito negativo sobre a germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas.

Tabela 2. Germinação (%) de sementes de milho com dois níveis de vigor inicial, submetidas a três tratamentos químicos e seis períodos de armazenamento

Vigor Inicial	Tempo de Armazenamento (meses)	Tratamento químico		
		Convencional	Tiametoxam	Tiametoxam+Fipronil
Alto	0	98 A	97 A	98 A
	3	99 A	98 A	98 A
	6	97 A	96 A	96 A
	9	98 A	96 A	97 A
	12	97 A	96 A	96 A
	15	97 A	92 C	94 B
Médio	0	94 A	96 A	94 A
	3	93 A	95 A	95 A
	6	94 A	94 A	94 A
	9	93 A	92 A	93 A
	12	92 A	84 B	90 A
	15	92 A	81 C	88 B
CV (%)	1.29	94 A	96 A	94 A

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

4.2.2. Lote de Alto Vigor Inicial: Efeito do Armazenamento sobre a Germinação

Na Figura 1, observa-se que a germinação das sementes de alto vigor inicial, que receberam o tratamento convencional, não foi reduzida ao longo do período de armazenamento de 15 meses. Por outro lado, os tratamentos tiametoxam e tiametoxam + fipronil afetaram negativamente a germinação de sementes de milho de alto vigor inicial, durante o período de armazenamento de 15 meses.

Apesar de a germinação das sementes de milho de alto vigor inicial ter sido afetada pelos tratamentos tiametoxam e tiametoxam + fipronil, principalmente no

final do período de armazenamento, os valores de germinação mantiveram-se acima de 90%, o que ainda tornaria viável a comercialização destas sementes após 15 meses de armazenamento, considerando que o padrão mínimo exigido pela legislação vigente é de 85% de germinação. Evidentemente, a decisão de comercialização ou não de um lote de sementes, não se baseia unicamente nos resultados do teste de germinação. Deve-se considerar também os demais resultados de qualidade fisiológica, como os testes de vigor, e principalmente as exigências do mercado e os padrões mínimos da concorrência.

Em sementes de milho tratadas com tiametoxam, Magalhães (2013) também observou redução na qualidade fisiológica aos 360 dias de armazenamento, no entanto, mesmo com esta redução, os valores de germinação ficaram acima de 90%.

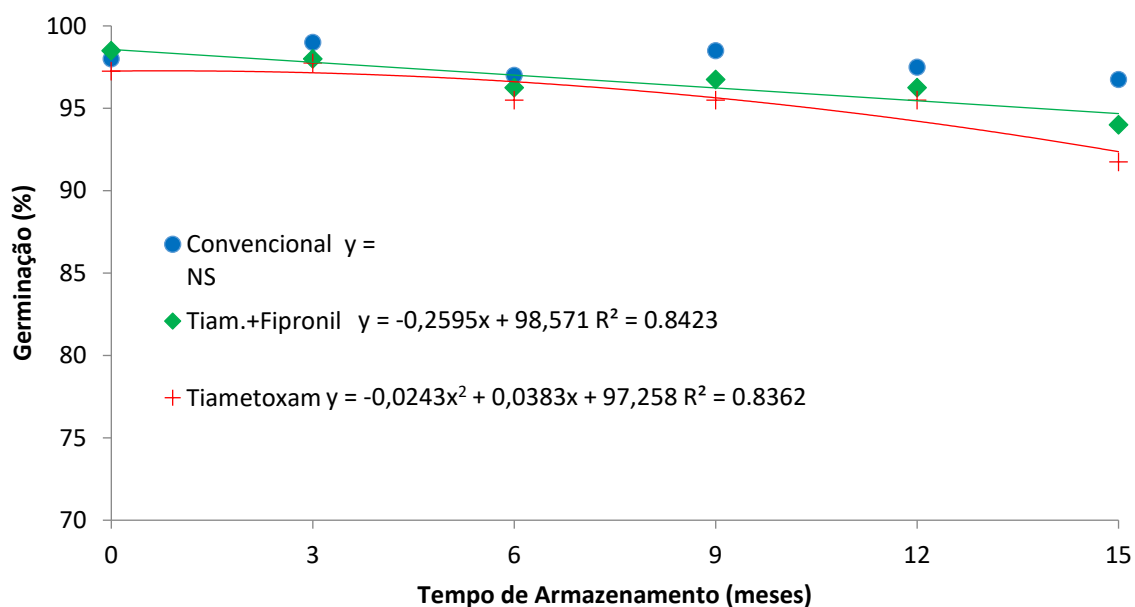


Figura 1. Efeito de diferentes tratamentos químicos sobre a germinação de sementes de milho de alto vigor inicial, durante o período de armazenamento.

4.2.3. Lote de Médio Vigor Inicial: Efeito do Armazenamento sobre a Germinação

Na Figura 2 é mostrado o efeito dos diferentes tratamentos com inseticidas sobre a germinação de sementes de milho de médio vigor inicial, durante o período de armazenamento. Nota-se que as sementes submetidas aos três tratamentos apresentaram redução da germinação ao longo do período de armazenamento. No tratamento convencional, a redução da germinação foi menos acentuada, segundo uma equação com modelo de regressão linear, enquanto que nos demais tratamentos a redução foi mais acentuada, principalmente após nove meses de armazenamento, segundo um modelo de regressão quadrática.

Estes resultados evidenciam que os tratamentos tiametoxam e tiametoxam + fipronil afetam de maneira mais acentuada a germinação de sementes de médio vigor ao longo do seu armazenamento, tornando pouco indicado o tratamento com tiametoxam ou tiametoxam + fipronil para períodos de armazenagem superior a seis meses.

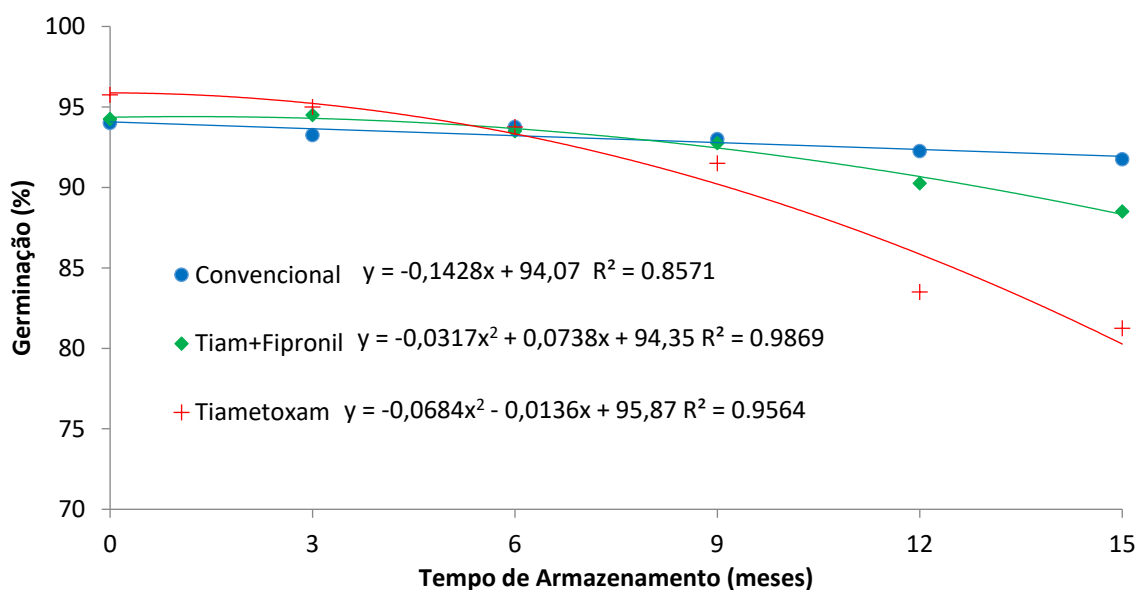


Figura 2. Efeito de diferentes tratamentos químicos sobre a germinação de sementes de milho de médio vigor inicial, durante o período de armazenamento.

4.2.4. Efeito do Vigor Inicial da Semente sobre a Germinação

A Figura 3 mostra o efeito dos três diferentes tratamentos sobre a germinação de sementes de milho com dois níveis de vigor inicial (alto e médio), ao longo do período de armazenamento.

Nota-se que nas sementes de alto vigor inicial, a redução da germinação ao longo do período de armazenamento foi menos acentuada, comparativamente às sementes de médio vigor, para todos os tratamentos. No tratamento convencional, as sementes de alto vigor mantiveram a germinação, enquanto as de médio vigor sofreram redução de dois pontos percentuais, no decorrer de 15 meses de armazenamento em câmara fria e seca. O tratamento tiametoxam + fipronil apresentou uma certa similaridade na redução da taxa de germinação, para ambos os níveis de vigor nos primeiros nove meses de armazenamento, com uma tendência de aceleração no declínio da germinação após este período, para o lote de médio vigor. Entretanto, no tratamento tiametoxam, nota-se um decréscimo bem mais acentuado na taxa de germinação das sementes ao longo do período de armazenamento, especialmente para o lote de médio vigor inicial, cuja variação foi de 15 pontos percentuais ao longo de 15 meses.

Estes dados concordam com os estudos de Salgado e Ximenes (2013), ao também observarem que os inseticidas fipronil e tiametoxam influenciam negativamente a germinação das sementes de milho com o aumento do período de armazenamento.

De maneira geral, os resultados evidenciam que lotes de sementes de milho de vigor inicial superior, apresentam melhor resposta quanto à germinação relativamente aos lotes de vigor intermediário, durante o armazenamento em câmara fria e seca. Além disso, o tratamento de sementes de milho com tiametoxam ou tiametoxam + fipronil determinam efeito negativo na germinação após 9 e 12 meses de armazenamento, respectivamente, em lotes de médio vigor, e após 12 meses em lotes de alto vigor.

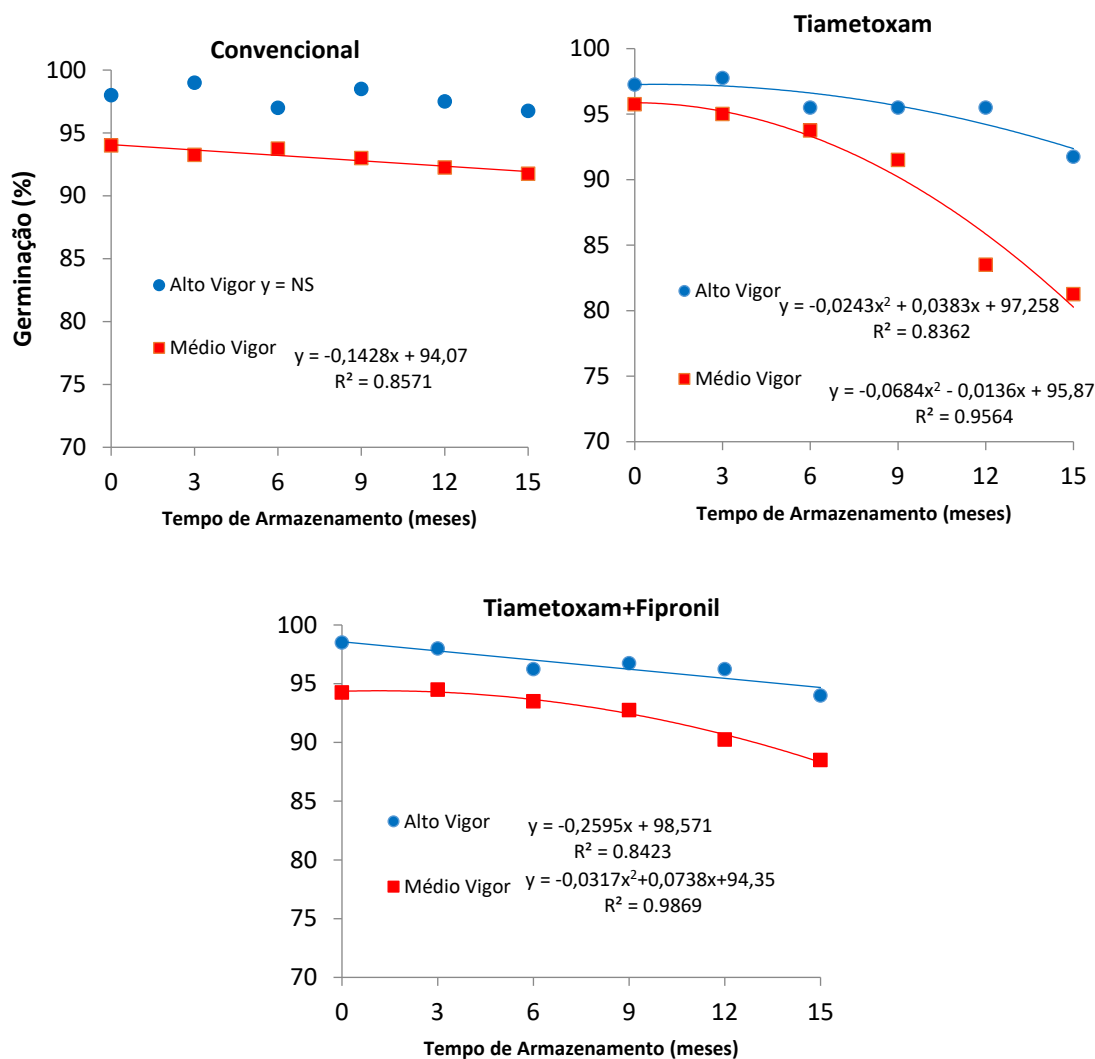


Figura 3. Efeito de diferentes tratamentos químicos sobre a germinação de sementes de milho com dois níveis de vigor inicial, durante o período de armazenamento.

4.3. Teste de Frio

4.3.1. Efeito do Tratamento Químico sobre o Teste de Frio

Na Tabela 3 observa-se que os resultados do teste de frio das sementes de alto vigor, tratadas com tiametoxam, foram inferiores ao tratamento convencional aos seis meses de armazenamento. O tratamento tiametoxam + fipronil também apresentou resultados de vigor inferiores ao tratamento convencional e não diferiu do tratamento tiametoxam a partir de nove meses de armazenamento. De modo

similar, os resultados de teste de frio das sementes de médio vigor, tratadas com tiametoxam e tiametoxam + fipronil foram significativamente inferiores ao tratamento convencional a partir do 12º e do 9º mês de armazenamento, respectivamente.

Observa-se também na Tabela 3 que, embora as sementes de alto vigor inicial, tratadas com tiametoxam e tiametoxam + fipronil, tenham sofrido decréscimo de vigor ao longo do período de armazenamento, comparativamente ao tratamento convencional, houve preservação de níveis de vigor acima de 85% até 12 meses de armazenamento. Este resultado demonstra a viabilidade do tratamento industrial de sementes de alto vigor com estes inseticidas, no armazenamento em condições climatizadas por período de até 12 meses. Nunes (2008) também chegou a mesma conclusão, estudando o efeito de diferentes doses do tratamento tiametoxam sobre a qualidade fisiológica de sementes de milho durante o armazenamento.

Por outro lado, ao analisar os resultados do teste de frio para as sementes de médio vigor inicial, tratadas com tiametoxam, a preservação de níveis de vigor de até 85% ocorreu por um período menor, não superior a seis meses de armazenamento. Este resultado demonstra que as sementes de milho de médio vigor inicial podem receber tratamento com tiametoxam e ficar armazenadas em condições climatizadas por um período de até seis meses. Entretanto, as sementes de médio vigor inicial, tratadas com tiametoxam + fipronil, apresentam declínio de vigor abaixo de 85% aos três meses de armazenamento, inviabilizando, portanto, esta opção de tratamento para sementes que necessitam ficar armazenadas. Nas imagens do anexo B, verifica-se a diferença de desempenho no teste de frio, entre as sementes de alto e médio vigor inicial, submetidas aos tratamentos e armazenadas por 12 meses, período normal de armazenamento e de validade dos testes de avaliação da qualidade das sementes de milho. Nota-se que as sementes de alto vigor, tratadas com inseticidas tiametoxam e tiametoxam + fipronil, ainda apresentam um desempenho satisfatório ao final dos 12 meses de armazenamento, o que não ocorre com as sementes de médio vigor inicial.

A consequência prática destes resultados está relacionada com o manejo do inventário das sementes tratadas com inseticidas. Recomenda-se a semeadura

imediate das sementes de médio vigor inicial tratadas com tiametoxam, para evitar redução significativa do vigor ao longo do período de armazenamento. Por outro lado, as sementes de milho de alto vigor inicial, tratadas com inseticidas, podem ficar armazenadas por maior período, aguardando a semeadura tardia ou na próxima safra. Ver cronograma de produção de sementes (Anexo A). Portanto, toda vez que houver produção de sementes em volume superior à demanda de vendas, deve-se manejar a expedição de modo que o inventário excedente se constitua basicamente de sementes com alto vigor inicial, para que possa ser comercializado na próxima safra.

A redução na qualidade fisiológica devido ao tratamento de sementes com inseticida foi também constatada em soja nos estudos de Dan et. al., 2010, 2011 e 2012; Castro et al., 2008; Pereira, 2010 e Binsfeld et al., 2014. Avaliando o efeito dos inseticidas carbofuran, tiodicarb e tiametoxan na germinação e vigor de sementes de milho, Bittencourt et al. (2000), concluíram que apenas o carbofuran afetou a germinação das sementes, mas todos os inseticidas causaram reduções significativas no vigor, com intensidade variável em função do tipo de híbrido, do produto e do período de armazenamento. Verificaram também que a redução da qualidade fisiológica das sementes de milho aumentou com o período de armazenamento.

Também foi observada redução na qualidade fisiológica das sementes de milho tratadas com inseticidas, nos trabalhos desenvolvidos por Fessel et al. (2003), Baldo et al. (2006), Tonin (2008), Nunes (2008), Silva (2009), Melo et al. (2010), Rosa et al. (2012), Salgado e Ximenes, (2013).

Da mesma forma, Magalhães (2013) e Oliveira-Junior (2013), estudando o efeito do ingrediente ativo tiametoxam sobre a qualidade fisiológica de sementes de milho observaram que o efeito do tratamento varia em função do tipo de híbrido, dose, duração e condições de armazenamento. Magalhães (2013) verificou que, em geral, o efeito fitotóxico do tratamento em sementes armazenadas em condições ambientais, manifestou-se já a partir dos 90 dias, enquanto que em condições climatizadas, as sementes permaneceram com alta qualidade fisiológica até 360

dias após o tratamento. Por sua vez, Oliveira-Junior (2013) constatou que o efeito fitotóxico do tratamento intensificou-se com o prolongamento do armazenamento das sementes tratadas, validando, portanto, a segurança do tratamento até 250 dias de armazenamento.

Tabela 3. Teste de frio (%) em sementes de milho com dois níveis de vigor inicial, submetidas a três tratamentos químicos e seis períodos de armazenamento

Vigor Inicial	Tempo de Armazenamento (meses)	Tratamento químico		
		Convencional	Tiametoxam	Tiametoxam+Fipronil
Alto	0	97A	94 A	96 A
	3	96 A	93 A	94 A
	6	97 A	88 B	93 A
	9	97 A	90 A	94 AB
	12	97 A	89 B	87 B
	15	90 A	79 B	80 B
Médio	0	86 A	85 A	85 A
	3	84 A	85 A	83 A
	6	84 A	85 A	81 A
	9	83 A	83 A	71 B
	12	83 A	76 B	76 B
	15	79 A	72 B	74 AB
CV (%)	3.44			

*Medias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

4.3.2. Lote de Alto Vigor: Efeito do Armazenamento sobre o Resultado do Teste de Frio

Na Figura 4 observa-se o efeito do tratamento com inseticidas sobre os resultados do teste de frio em sementes de milho de alto vigor inicial. Nota-se que ao longo do período de armazenamento, os três tratamentos afetaram negativamente o vigor das sementes, expresso através do teste de frio, com intensidade variável. Nota-se também que, a redução do vigor nos tratamentos tiametoxam e tiametoxam + fipronil foi mais acentuada durante o armazenamento, comparativamente ao tratamento convencional.

No tratamento convencional, as sementes mantiveram o vigor até 12 meses. No tratamento tiametoxam + fipronil houve preservação até nove meses e no tratamento tiametoxam, o declínio ocorreu a partir de três meses, alcançando valor

inferior a 80%, ao final de 15 meses de armazenamento.

Estes resultados demonstram que, embora as sementes de alto vigor inicial, tratadas com tiametoxam e tiametoxam + fipronil, tenham sofrido redução de vigor ao longo do período de armazenamento, houve preservação de níveis de vigor acima de 85% até 12 meses de armazenamento. Estes dados confirmam a viabilidade do tratamento industrial de sementes de alto vigor com os inseticidas tiametoxam e tiametoxam + fipronil, se o armazenamento em condições climatizadas ocorrer por período de até 12 meses. Nunes (2008) e Magalhães (2013), também chegaram a resultados similares, estudando o efeito do tratamento tiametoxam sobre a qualidade fisiológica de sementes de milho durante seu armazenamento.

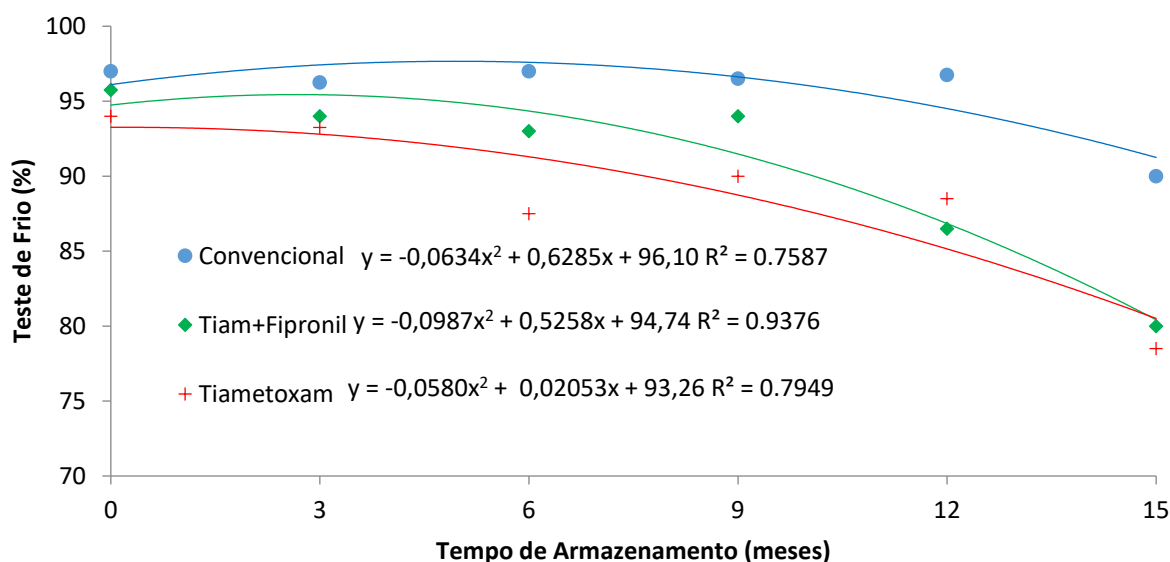


Figura 4. Efeito de diferentes tratamentos químicos sobre o resultado do teste de frio em sementes de milho de alto vigor inicial, durante o período de armazenamento

4.3.3- Lote de Médio Vigor: Efeito do Armazenamento sobre o Resultado do Teste de Frio

A Figura 5 mostra o efeito do tratamento químico sobre os resultados do teste de frio em sementes de milho de médio vigor inicial, durante seu período de armazenamento. Observa-se que os três tratamentos afetaram negativamente o

vigor das sementes. No entanto, no tratamento convencional, o decréscimo de vigor foi menos acentuada e seguiu uma tendência linear, ao longo do período de armazenamento. Por sua vez, nos tratamentos tiametoxam e tiametoxam + fipronil, a redução foi mais acentuada, e seguiu um modelo de regressão quadrática. Observa-se também uma diminuição de vigor mais acentuada no tratamento tiametoxam, a partir dos nove meses de armazenamento, enquanto que no tratamento tiametoxam + fipronil, a curva de redução de vigor vai se acentuando já a partir do terceiro mês de armazenamento.

Os resultados alcançados confirmam a não indicação do tratamento de sementes de milho de médio vigor inicial com a mistura tiametoxam + fipronil, uma vez que, após um período de três meses de armazenamento, o vigor da semente avaliado pelo teste de frio, decresce para valores abaixo de 85%. Por sua vez, o tratamento tiametoxam, aplicado em sementes de médio vigor inicial, pode permitir um período de armazenamento de até seis meses em condições ambientais de armazém climatizado.

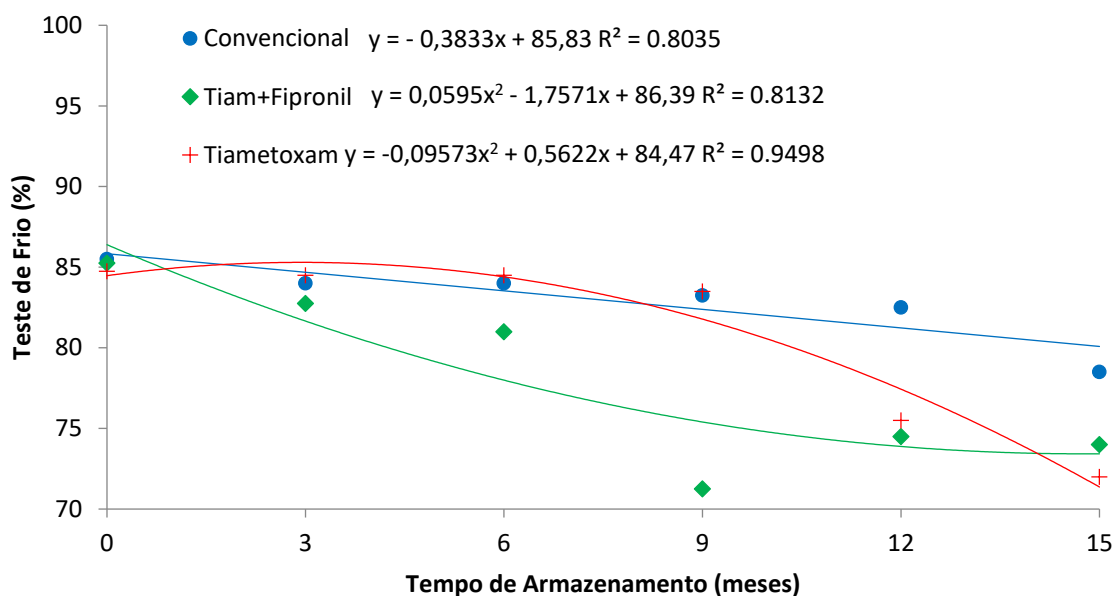


Figura 5. Efeito de diferentes tratamentos químicos sobre o resultado do teste de frio em sementes de milho de médio vigor inicial, durante o período de armazenamento

4.3.4. Efeito do Vigor Inicial da Semente sobre o Resultado do Teste de Frio

Na Figura 6 observa-se o efeito dos tratamentos com inseticidas sobre o resultado de teste de frio em sementes de milho com dois níveis de vigor inicial (alto e médio), durante o período de armazenamento.

Nota-se uma tendência de redução acentuada no vigor das sementes, expresso pelos resultados do teste de frio, ao longo do período de 15 meses de armazenamento, tanto para o lote de alto quanto para o de médio vigor inicial das sementes. No tratamento convencional, a redução do vigor (teste de frio) foi menos expressiva, comparativamente aos demais tratamentos. Nos tratamentos tiametoxam e tiametoxam + fipronil a queda de vigor, ao longo do período de armazenamento, foi bastante significativa em ambos os lotes (alto e médio vigor inicial). No entanto, ao se observar os resultados de vigor (teste de frio) do lote de alto vigor inicial, verifica-se a preservação de valores superiores à 85% até o período de 12 meses de armazenamento, viabilizando, portanto, o tratamento destas sementes com estes inseticidas. Todavia, no lote de médio vigor inicial, a preservação dos valores de teste de frio no nível de 85% só ocorreu no tratamento tiametoxam e por um período de apenas seis meses de armazenamento.

Resultados similares foram observados também por Nunes (2008), Magalhães (2013) e Oliveira-Junior (2013), estudando o efeito do tratamento tiametoxam sobre qualidade fisiológica de sementes de milho, ao longo do período de armazenamento.

De modo geral, é possível constatar que lotes de sementes de milho de vigor inicial médio apresentam inferior desempenho quanto ao vigor, no decorrer do período de armazenamento, comparativamente a lotes de alto vigor inicial, sendo também mais sensíveis aos efeitos prejudiciais do tratamento químico.

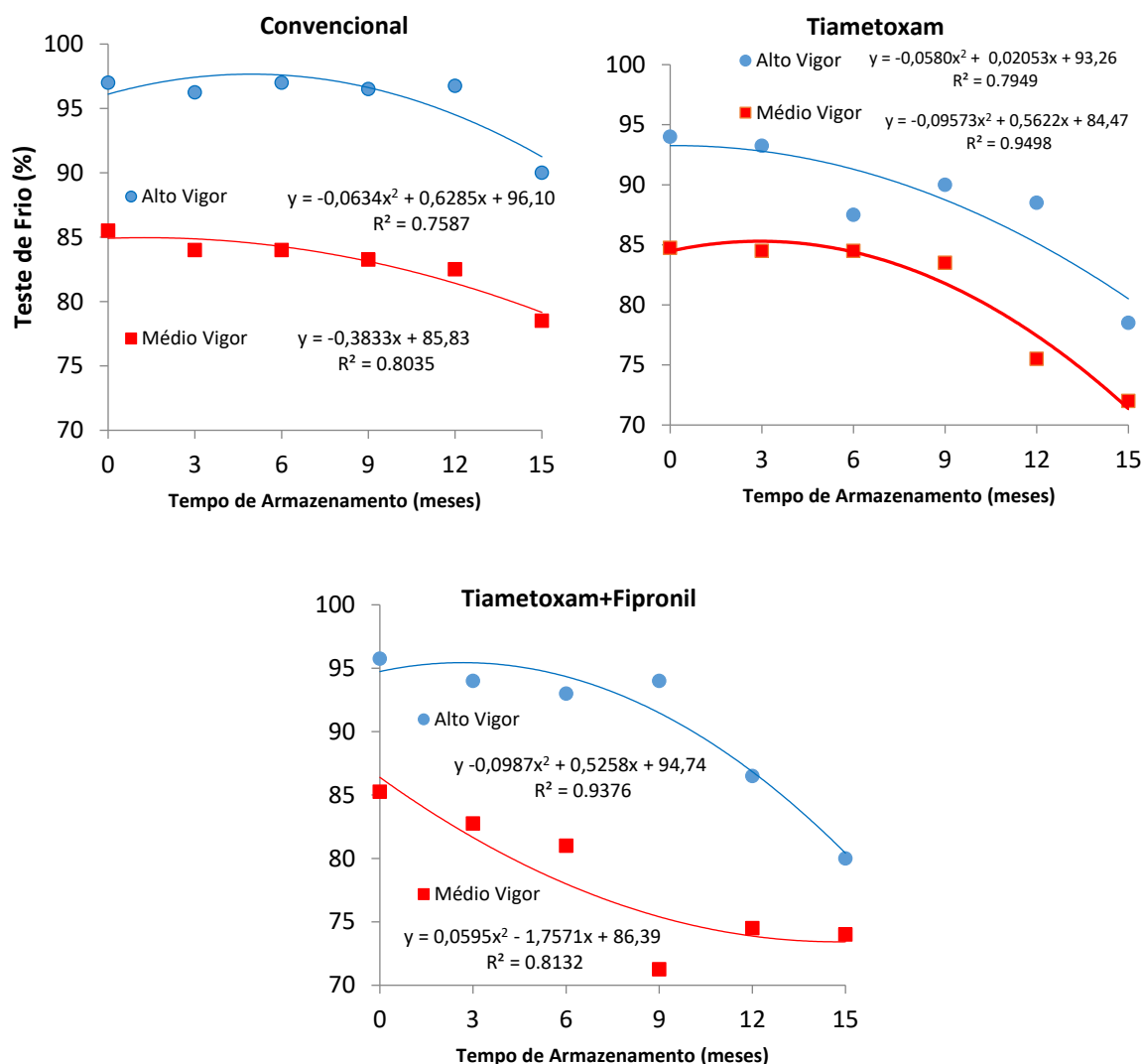


Figura 6. Efeito de diferentes tratamentos químicos sobre o resultado de teste de frio de sementes de milho com dois níveis de vigor inicial, durante o período de armazenamento

4.4. Emergência em Canteiro

4.4.1- Efeito do Tratamento Químico sobre a Emergência em Canteiro

A Tabela 4 mostra que a emergência em canteiro de plântulas de milho obtidas de sementes de alto vigor inicial, tratadas com tiametoxam, não sofreu redução significativa devido ao tratamento durante o período de armazenamento climatizado por até 15 meses, em relação ao tratamento convencional. Porém, o tratamento tiametoxam + fipronil afetou negativamente a emergência em canteiro a

partir dos 12 meses de armazenamento das sementes. De modo similar, a emergência em canteiro das plântulas de milho formadas de sementes de médio vigor inicial, tratadas com tiametoxam, não apresentou redução devido ao tratamento durante o período de armazenamento climatizado por até 12 meses. Todavia, o tratamento tiametoxam + fipronil afetou negativamente a emergência em canteiro aos 12 e 15 meses de armazenamento.

O efeito dos tratamentos sobre os resultados de emergência em canteiro foi semelhante aos resultados de germinação padrão. As condições favoráveis de solo e clima, presentes durante o período de condução do teste de emergência em canteiro, ajudam a explicar esta similaridade de resultados ao longo do período de armazenamento. No entanto, sabe-se que a percentagem de germinação obtida no laboratório é considerada o máximo que o lote de sementes pode oferecer e, na maioria das vezes, não se assemelha com a emergência obtida no campo, onde as condições nem sempre são favoráveis. Condições de campo mais adversas como frio, excesso ou falta de umidade, solo mal preparado etc., podem impactar negativamente na emergência de plântulas formadas de sementes tratadas com tiametoxam e tiametoxam + fipronil, mostrando resultados mais parecidos com os resultados do teste de frio (vigor), do que com os do teste de germinação.

O Anexo C mostra imagens do resultado do teste de emergência em canteiro dos lotes com alto e médio vigor inicial, tratadas quimicamente e armazenadas por 12 meses em ambiente climatizado, à temperatura de 10°C e 50% de umidade relativa do ar. Verifica-se que o lote de alto vigor inicial apresentou desempenho superior na emergência em canteiro em todos os tratamentos. Já o lote de médio vigor apresentou uma performance visual e numericamente inferior, embora ainda competitiva. As condições favoráveis de temperatura, umidade e preparo do solo do canteiro devem ter contribuído para a preservação desta performance relativamente aceitável do lote de médio vigor inicial. Em situação normal de semeadura em campo, onde nem sempre as condições são totalmente favoráveis, corre-se o risco de obter resultados ainda mais baixos de emergência, especialmente no caso das sementes tratadas adicionalmente com inseticidas.

Estes resultados concordam com os obtidos por Melo et al. (2010), ao observarem que a qualidade fisiológica das sementes de milho tratadas com fipronil e tiamehoxam, tanto de forma isolada como em associação, não foi comprometida em semeadura sob condições favoráveis. Porém, em semeadura sob condições de baixa temperatura e alta umidade do solo, o desempenho das sementes tratadas com estes inseticidas foi afetado negativamente.

Estudando a qualidade de sementes de milho tratadas com diferentes inseticidas, ao longo do armazenamento, Silva (2009) observou que os produtos tiametoxam e thiodicarb apresentaram efeitos negativos, para a emergência das plântulas somente após nove meses de armazenamento. Por sua vez, Fessel et al. (2003) avaliando o efeito de combinações de inseticidas e de fungicidas sobre a conservação de sementes de milho durante o armazenamento, concluíram que os tratamentos químicos aplicados tendem, com o aumento das doses, a gerar efeitos latentes, desfavoráveis ao desempenho das sementes, intensificando-se com o prolongamento do período de armazenamento.

Diversos estudos têm demonstrado que a deterioração das sementes se intensifica com o período de armazenamento. Analisando a qualidade fisiológica e a atividade enzimática de sementes de milho, Heberle (2012) verificou que a atividade das enzimas peroxidase, alfa-amilase e catalase decresceu com o aumento do período de armazenamento das sementes, evidenciando maior deterioração. Concluiu também que estas enzimas permitem identificar o progresso da deterioração de sementes de milho.

As enzimas peroxidases desempenham um papel crítico no metabolismo das plantas e na oxidação por peróxidos, como aceptores de hidrogênio, sendo importante nos mecanismos de defesa (FARIA et al., 2003). Com a menor atividade da enzima peroxidase, em sementes tratadas com inseticidas, espera-se maior concentração de oxigênio e de radicais livres, o que acelera a degeneração de membranas celulares e o comprometimento da germinação e vigor.

Do mesmo modo que a peroxidase, a catalase também atua na desintoxicação celular, transformando espécies reativas de oxigênio, em

substâncias não reativas. Ela também atua na decomposição do peróxido de hidrogênio (LEHNINGER, 2006). Por serem enzimas removedoras de peróxidos, a redução da atividade da catalase e peroxidase pode ser relacionada com o aumento de peróxidos em sementes envelhecidas e deterioradas. Conforme Conceição (2011), a redução da atividade das enzimas catalase e peroxidase em sementes de milho com atraso de colheita, está relacionada com a redução da qualidade fisiológica.

A enzima alfa-amilase, por sua vez, desempenha papel importante na germinação de sementes, especialmente de cereais como o milho, uma vez que está envolvida no processo de degradação do amido e na mobilização de reservas durante a germinação. (COPELAND; MCDONALD, 2001). A redução de sua atividade está relacionada com a diminuição da germinação das sementes. Uma vez que usualmente a amilase não está presente nas sementes secas, precisa ser sintetizada durante o processo de germinação, e com o avanço do processo deteriorativo, esta síntese é reduzida. Resultados de redução da atividade da alfa-amilase em sementes de milho, foram relatados por Timoteo (2010), durante o armazenamento por 15 meses em três diferentes ambientes.

Similarmente, a fosfatase ácida é uma enzima do tipo hidrolase, que atua no metabolismo de carboidratos e fosfatos, participando da mobilização de proteínas de reserva, principalmente durante a germinação e crescimento da plântula (BEWLEY e BLACK, 1994; GOMES et al., 2000). Estudando o desempenho de sementes de feijão provenientes de plantas submetidas a déficit hídrico, durante o período de enchimento de grãos, Pasin et al. (1991) verificaram que as sementes que apresentavam baixa qualidade fisiológica, também apresentavam baixa atividade da enzima fosfatase ácida.

Tabela 4. Emergência em canteiro (%) de plântulas formadas de sementes de milho com dois níveis de vigor inicial, submetidas a três tratamentos químicos e seis períodos de armazenamento.

Vigor Inicial	Tempo de Armazenamento (meses)	Tratamento químico		
		Convencional	Tiametoxam	Tiametoxam+Fipronil
Alto	0	97 A	97 A	98 A
	3	98 A	99 A	97 A
	6	98 A	98 A	97 A
	9	97 A	98 A	94 A
	12	98 A	98 A	94 B
	15	96 A	94 AB	93 B
Médio	0	96 A	96 A	94 A
	3	95 A	94 A	95 A
	6	95 A	94 A	93 A
	9	94 A	94 A	94 A
	12	93 A	92 A	89 B
	15	92 A	88 B	84 C
CV (%)	1,99			

Medias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

4.4.2. Lote de Alto Vigor: Efeito do Armazenamento sobre a Emergência em Canteiro

Na Figura 7, observa-se o efeito do tratamento químico sobre a emergência em canteiro de plântulas obtidas de sementes de milho de alto vigor inicial. Nota-se que o tratamento convencional não afetou a qualidade fisiológica das sementes de alto vigor inicial, expressa pela emergência em canteiro, ao longo do período de armazenamento por até 15 meses. Nota-se também que os tratamentos adicionais com inseticidas tiametoxam e tiametoxam + fipronil afetaram negativamente a emergência em canteiro em sementes de milho de alto vigor inicial, durante o período de armazenamento.

As sementes tratadas com tiametoxam apresentaram tendência quadrática de redução nos resultados de emergência, atingindo um decréscimo de quatro pontos percentuais aos 15 meses. Por outro lado, as sementes tratadas com tiametoxam + fipronil apresentaram tendência linear de redução, com diminuição aproximada de um ponto percentual a cada três meses. É importante ressaltar que, embora os tratamentos com tiametoxam e tiametoxam + fipronil tenham afetado negativamente a emergência em canteiro, a redução não foi acentuada ao longo do

período de armazenamento, de tal modo que ao final do período de 15 meses, a média de emergência em canteiro se manteve acima de 90%. Este resultado, em tese, demonstra a viabilidade destes tratamentos, em sementes de alto vigor inicial, submetidas à armazenagem por um período de até 15 meses, em ambiente climatizado à temperatura de 10° C e umidade relativa do ar de 50%.

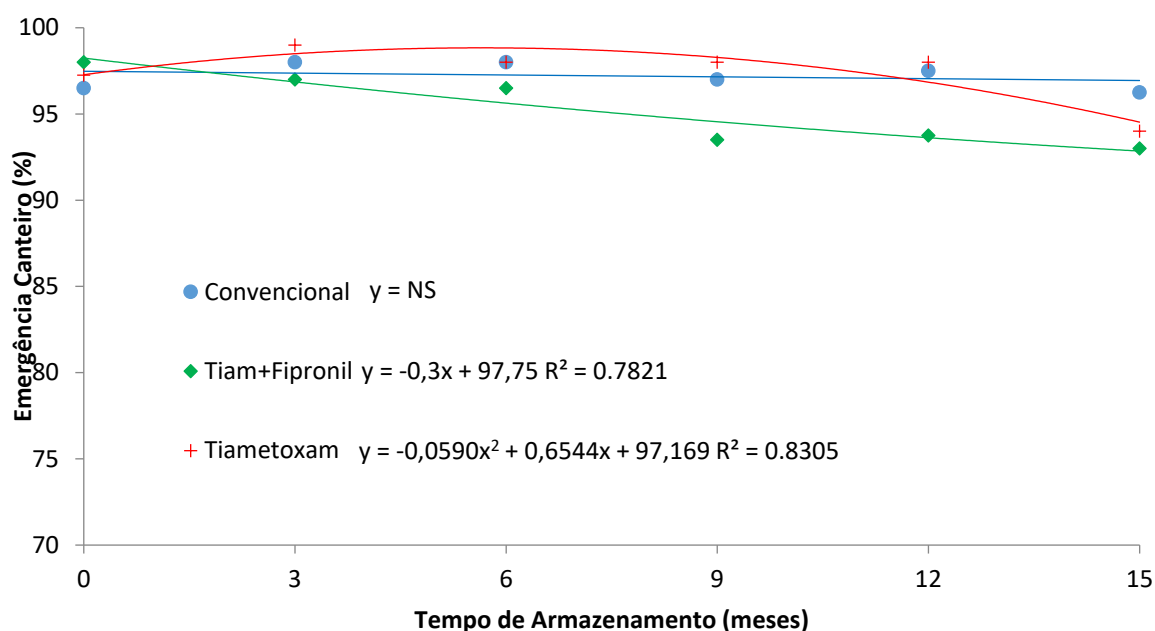


Figura 7. Efeito de diferentes tratamentos químicos sobre a emergência em canteiro de plântulas obtidas de sementes de milho de alto vigor inicial, durante o período de armazenamento

4.4.3- Lote de Médio Vigor: Efeito do Armazenamento sobre a Emergência em Canteiro

Pela figura 8, observa-se que no caso de sementes de milho com médio vigor inicial, tanto o tratamento convencional quanto os tratamentos tiametoxam e tiametoxam + fipronil, afetaram negativamente a emergência em canteiro das plântulas durante o período de armazenamento. No entanto, houve redução mais acentuada da emergência em canteiro nos tratamentos tiametoxam e tiametoxam + fipronil, especialmente após o período de nove meses de armazenamento.

Segundo Zimmer (2012), os sinais da deterioração das sementes aparecem à medida que o armazenamento avança e se manifestam com a redução do crescimento das plântulas, percentagem de germinação, emergência, aumento no número de plântulas anormais, entre outros aspectos, demonstrando redução do vigor.

É importante ressaltar que, muitas vezes, os resultados da performance de emergência em canteiro, bem como da germinação, não se repetem em condições reais de semeadura de uma lavoura, uma vez que, tanto no teste de emergência em canteiro quanto no teste de germinação, as sementes são expostas a condições muito favoráveis para a germinação e emergência, o que nem sempre ocorre nas condições de semeadura no campo.

O teste de germinação não oferece indicação segura do desempenho da semente nas condições de campo, conforme Krzyzanowski (1999), por propiciar condições ótimas às sementes e, com isso, permitir que sementes com avançado grau de deterioração originem plântulas consideradas normais.

De modo análogo, Marcos Filho et al. (1987) observaram que no teste de germinação, as transformações degenerativas ocorridas durante o processo de deterioração não são adequadamente avaliadas, concluindo que os testes de vigor têm se mostrado mais eficientes para detectar estas diferenças. No teste de frio, por exemplo, a combinação de baixa temperatura com alta umidade é utilizada para permitir apenas a sobrevivência das sementes vigorosas, uma vez que essas condições podem reduzir a velocidade de germinação e favorecer o desenvolvimento de microrganismos prejudiciais à semente.

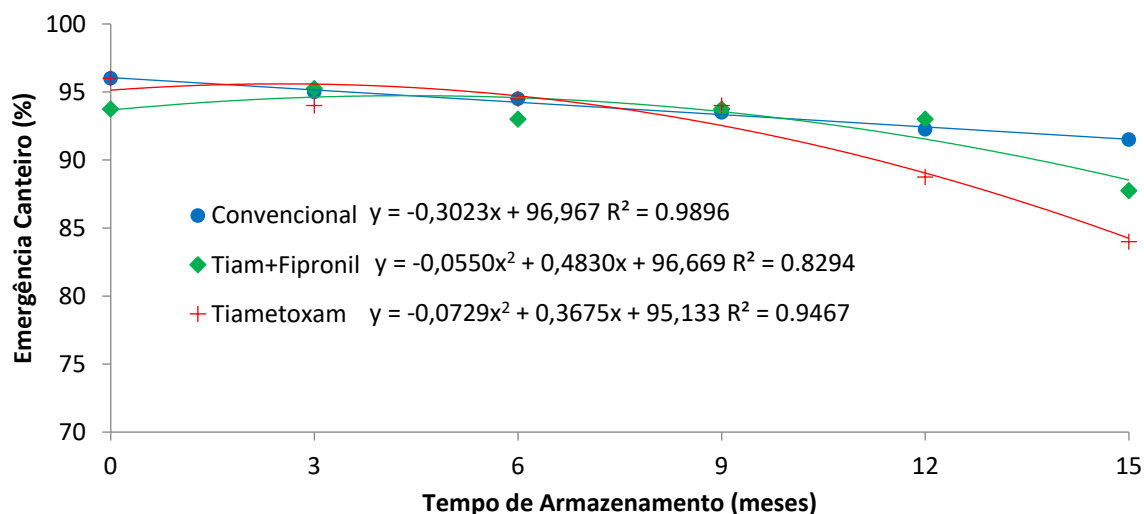


Figura 8. Efeito de diferentes tratamentos químicos sobre a emergência em canteiro de plântula obtidas de sementes de milho de **médio vigor inicial**, durante o período de armazenamento

4.4.4- Efeito do Vigor Inicial da Semente sobre a Emergência em Canteiro

A Figura 9 mostra o efeito do tratamento químico sobre o resultado de teste de emergência em canteiro de plântulas obtidas de sementes de milho com dois níveis de vigor inicial, durante o período de armazenamento.

O efeito do tratamento químico sobre o resultado da emergência em canteiro, foi muito semelhante ao efeito observado no teste de germinação. As sementes de alto vigor sofreram uma redução menos acentuada nos resultados de emergência em canteiro, comparativamente às sementes de médio vigor. Tanto no tratamento convencional quanto no tiametoxam + fipronil, observa-se um decréscimo da emergência em canteiro, independentemente do nível de vigor inicial das sementes. Porém, no tratamento tiametoxam, nota-se uma redução mais acentuada na emergência em canteiro das sementes ao longo do período de armazenamento, especialmente para o lote de médio vigor inicial.

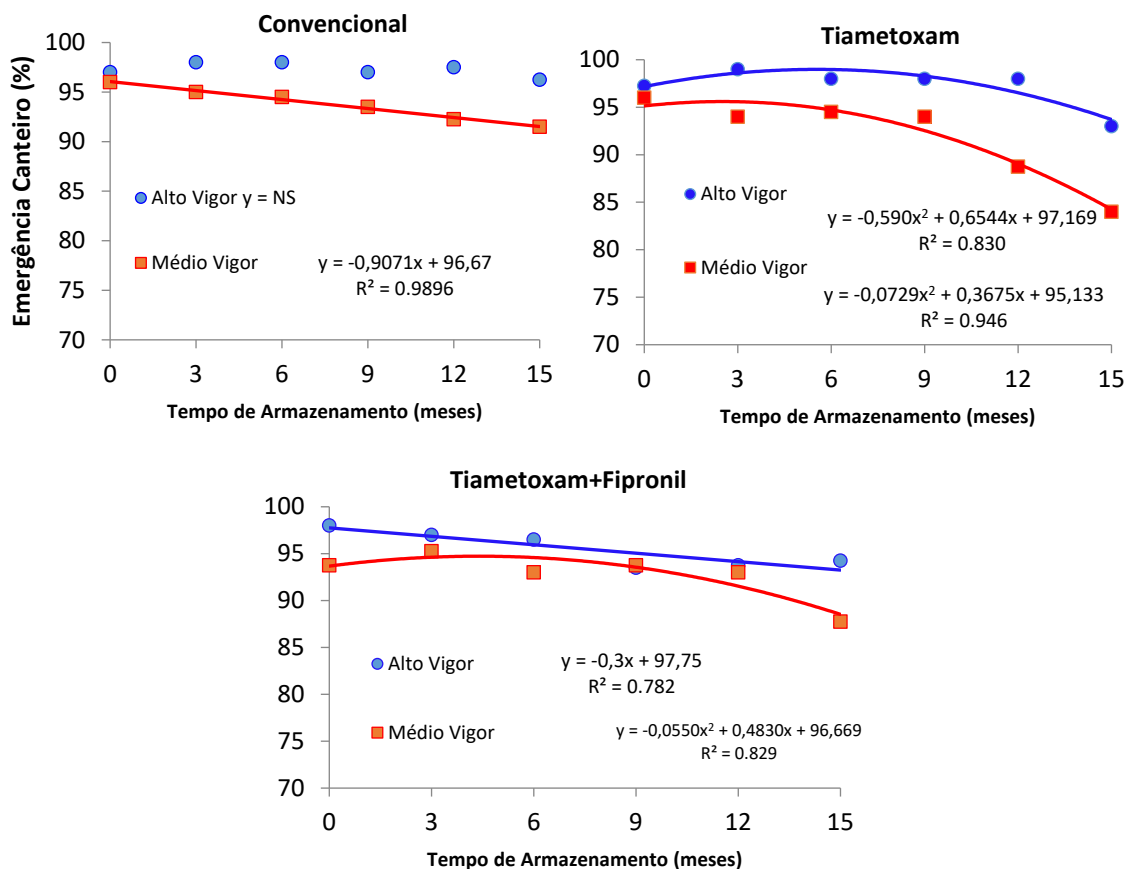


Figura 9. Efeito de diferentes tratamentos químicos sobre o resultado de teste de emergência em canteiro de plântulas obtidas de sementes de milho com dois níveis de vigor inicial, durante o período de armazenamento

Numa análise conjunta, verificou-se que sementes de milho, embora armazenadas em câmara fria e seca (10°C e 50% UR), submetidas ao tratamento químico com fungicidas isoladamente ou acrescido com inseticidas, apresentaram redução de qualidade fisiológica com variação dependente do tempo de armazenamento, conforme o produto químico utilizado. Além disso, sementes de milho de alto vigor inicial, mostraram superioridade quanto à resposta no decorrer do período de armazenamento, relativamente às sementes de médio vigor inicial.

Por isso, é importante fazer o monitoramento da qualidade das sementes a serem tratadas com inseticidas, tanto antes quanto durante o período de armazenamento. Uma boa gestão da qualidade do inventário de sementes, propicia uma redução no descarte de lotes motivado pelo declínio da qualidade fisiológica durante o período de armazenamento.

5. CONCLUSÃO

Considerando as condições deste estudo e a expectativa de semear sementes de milho com germinação e vigor mínimos de 94 e 84%, respectivamente, pode-se concluir que:

- A. O vigor inicial de sementes de milho influencia o potencial de armazenamento de sementes tratadas com tiametoxam ou tiametoxam + fipronil
- B. Sementes de milho com alto vigor inicial, tratados com tiametoxam ou tiametoxam + fipronil e armazenadas em ambiente climatizado, preservam a qualidade fisiológica por até 12 meses de armazenamento.
- C. Sementes de milho com médio vigor inicial, tratados com tiametoxam e armazenadas em ambiente climatizado, preservam a qualidade fisiológica por até seis meses de armazenamento.
- D. Semente de milho com médio vigor inicial, tratados com tiametoxam + fipronil não toleram armazenamento, mesmo em ambiente climatizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, K.S.; GUIMARÃES, R.M.; ALMEIDA, I.F.; CLEMENTE, A.C.S. Alterações fisiológicas e bioquímicas durante a embebição de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* K.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.1, p.249- 258, 2009.

ALMEIDA, A. S.; TILLMANN, M.A.A.; VILLELA, F.A.; PINHO, M.S. Bioativador no desempenho fisiológico de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.3, p.87-95, 2009.

ALMEIDA, A. S.; CARVALHO, I.; DEUNER, C.; TILLMANN, M.A.A; VILLELA, F.A. Bioativador no desempenho fisiológico de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 501-510, 2011.

ARTECA, R. N. **Plant growth substances: principles and applications**. Pennsylvania State University: Chapman & Hall, 1995. 332p.

BALDO, M.N.; FANCELI, A.L.; MARCONDES, L.P.; TSUMANUMA, G.M.; MARSON, D.J.M. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.) tratadas e armazenadas com inseticidas sistêmicos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26., 2006, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBMS, 2006. p.560.

BARBOSA, F.R.; SIQUEIRA, K.M.M. de; SOUZA, E.A. de; MOREIRA, W.A.; HAJI, F.N.P.; ALENCAR, J.A. de. Efeito do controle químico da mosca-branca na incidência do vírusdo- mosaico-dourado e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v.37, 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. (Ed.).

Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p.5-1 a 5-15.

BARROS, R.G.; YOKOYAMA, M.; COSTA, J.L. da S. Compatibilidade do inseticida thiamethoxan com fungicidas utilizados no tratamento de sementes de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia v.31, 153-157, 2001.

BASAVARAJAPPA, B.S.; SHETTY, H.S.; PRAKASH, H.S. Membrane deterioration and other biochemical changes, associated with accelerated aging of maize seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 19, n. 2, p.279-286, 1991.

BAUDET, L.; VILLELA, F. A. Armazenamento de Sementes. In: **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. Ed. PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. Pelotas: UFPEL, 2012, 573p.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds, physiology of development and germination**. 2ed. New York: Penum Press, 1994. 445p.

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

BINSFELD, J. A.; BARBIERI, A.P.P.; HUTH, C.; CABRERA, I.C.; HENNING, L.M.M. Uso De bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 1, p. 88-94, 2014.

BLACK, M.; BEWLEY, J. D.; HALMER, P. **The Encyclopedia of Seeds – Science, Technology and Uses**. CABI International 2006. p. 137 e 554.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 398p.

BRZEZINSKI, C.R.; HENNING, A.A.; ABATI, J.; HENNING, F.A.; FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; ZUCARELI, C. Seeds treatment times in the establishment and yield performance of soybean crops. **Journal of Seeds Science**, Londrina v.37, n.2, p.147-153, 2015

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

CASTRO, G.S.A.; BOGIANI, J.C.; SILVA, M.G.da; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C.A. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.10, p. 1311-1328, 2008.

CASTRO, P.R.C. Bioativadores na agricultura. In: GAZZONI, D.L. (Ed.). **Tiametoxam**. uma revolução na agricultura brasileira. São Paulo: Vozes, 2008. p.101-108.

CATANEO, A.C. Ação do tiametoxam sobre a germinação de sementes de soja (**Glycine max.L**): Enzimas envolvidas na mobilização de reservas e na proteção contra situação de estresse (deficiência hídrica, salinidade e presença de alumínio). In: GAZZONI, D.L. (Coord.). **Tiametoxam**: uma revolução na agricultura brasileira. São Paulo; Ed.Vozes, 2008 p.123-192.

CONAB Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/> Acesso em: 20 Maio 2017.

CONCEIÇÃO, P.M. **Sistema radical de plântulas como indicativo de vigor e efeito de bioestimulante em sementes de feijão e milho**. 2011, 68f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2011.

COPELAND, J.C.; McDONALD, M.B. **Principles of seed science and technology**. Norwel, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 4ed. 2001. 448p.

CUNHA, R.P.; CORRÊA, M.F.; SCHUCH, L.O.B.; OLIVEIRA, R.C.; ABREU JUNIOR, J.D.G.S.; ALMEIDA, T.L. Diferentes tratamentos de sementes sobre o desenvolvimento de plantas de soja. **Ciência Rural online**, Santa Maria, 2015.

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.; LUCCA, A. 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.

DAN, L.G.M.; DAN, H.A.; PICCININ, G.G.; RICCI, T.T.; ORTIZ, A. H.T. Tratamento de sementes com inseticidas e a qualidade fisiológica de sementes de soja.

Revista Caatinga, Mossoro, v. 25, n. 1, p. 45-51, 2012.

FARIA, M. A. V. de R.; PINHO, R. G. V; PINHO, E. V. de R. V; GUIMARÃES, R.

M.Marcadores moleculares da qualidade de fisiológica das sementes. Lavras: UFLA/FAEPE, 2003.

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

FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.S.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, F.A.; LORINI, I. Adoção do tratamento industrial de sementes de soja no Brasil, safra 2014/15. **Informativo Abrates**, Londrina v. 25, nº 1, p.26-29, 2015.

GAZZONI, D. L. **Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira**. São Paulo: Vozes, 2008. 342p.

GOMES, M.S.; VON PINHO, E.V.R.; VON PINHO, R.G. Efeito da heterose na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.7-17, 2000.

GROHS, M.; MARCHESAN, E.; ROSO, R.; FORMENTINI, T. C.; OLIVEIRA, M. L. Desempenho de cultivares de arroz com uso de reguladores de crescimento, em diferentes sistemas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 6, p. 776-783, 2012.

HARRINGTON, J.F. Thumb rules of drying seeds. **Crop and Soils**. v.13, p.16-17, 1972.

HEBERLE, E. **Qualidade fisiológica e atividade enzimática de sementes de milho armazenadas**. Viçosa, 2012, 56f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2012.

HENNING, L.M.M.; BARBIERI, A.P.P.; HUTH, C.; BECHE, M.; LOPES, S.J. Tratamento de sementes de milho sobre o desempenho de plântulas em condições de estresse salino. **Revista Ciências Agrárias**, Fortaleza v. 57, n. 3, p. 305-311, 2014.

HORII, A.; MCCUE, P.; SHETTY, K. Enhancement of seed vigour following insecticide and phenolic elicitor treatment. **Bio resource Technology**, Philadelphia, v. 98, n. 3, p.623-632, 2007.

KLEFFMANN GROUP. **Pesquisa amis summer maize, 2014-2015**. Seed treatment insecticides. Pesquisa de usuários de tratamento de sementes de milho.

KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R. D.; FRANCA NETO, J. de B. **Vigor de sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: ABRATES, 1999.

KRZYŻANOWSKI, F.C.; WEST, S.H.; FRANÇA NETO, J.B. Influência do conteúdo de isoflavonas sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.11, n.2, p.47, 2001.

LAUXEN, L.R.; VILLELA, F.A.; SOARES, R.C. Desempenho fisiológico de sementes de algodão tratadas com tiametoxam. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina v.32, n.3, p.61-68, 2010.

LEHNINGER, A.L. **Princípios de Bioquímica**. São Paulo: Editora Sarvier, 4ed., 2006. 120p.

MACEDO, W. R.; CASTRO, P. R. de C. **Thiamethoxam**: molecule moderator of growth, metabolism and production of spring wheat. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v. 100, n. 3, p. 299-304, 2011.

MAGALHÃES, M.F. **Desempenho das sementes de milho tratadas com inseticida, fungicida e nematicida durante o armazenamento**. Pelotas, 2013. 43f.

Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2013.

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

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

MELO, L.F.; FAGIOLI, M.; SUSSTRUNK, T.F. Tratamento de Sementes de milho com fipronil e tiametoxam e sua influência fisiológica nas sementes. **Agropecuária Técnica**. Areia, PB . v. 31, n. 2, p.49-56, 2010.

NUNES, J. C. S. **Desempenho de sementes de milho tratadas com tiametoxam em função da dose e armazenamento**. Pelotas, 2008. 28f.
Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2008.

OLIVEIRA-JUNIOR, A.A. **Desempenho das sementes de milho híbrido tratadas com Avicta Completo® durante o armazenamento**. Pelotas, 2013. 35f.
Dissertação (Mestrado em Ciências) –Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2013.

OLIVEIRA, L.J.; CRUZ, I. Efeito de diferentes inseticidas e dosagens na germinação de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v.21, p.578- 585, 1986.

OLIVEIRA, L. M. **Desempenho de sementes de *Vigna unguiculata* (L.) Walp tratadas com fungicidas, inseticidas e micronutrientes sob diferentes condições de armazenamento.** 2013. 51f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS. 2013

PAOLINELLI, G.P.; FALLIERI, J. Qualidade de sementes de algodão em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.8, n.92, p.81-85, 1982.

PASIN, N.H.; SANTOS FILHO, B.G.; SANTOS, D.S.B.; MELLO, V.D.C.
Desempenho de sementes de feijão em plantas submetidas a déficit hídrico em dois estádios de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26 n.2, p.183-192, 1991.

PEREIRA, M.A. **Tiametoxam em plantas cana-de-açúcar, feijoeiro, soja, laranjeira e cafeeiro:** Parametros de desenvolvimento e aspectos bioquímicos. Piracicaba, 2010. 124f. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo. 2010.

PESKE, S.T.; BAUDET, L.M. Beneficiamento de Sementes. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos.** Pelotas: UFPEL, 2012. 573p.

POPINIGIS, F. **Preservação da qualidade fisiológica da semente durante o armazenamento.** Brasília. EMBRAPA/SPSB, 1976. 63p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Agiplan, 1985, 289 p.

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.

SCARPELLINI, J.R.; CASSANELLI JR, J.R.; FARIA, A.M. Efeito do thiamethoxan em tratamento de sementes sobre o desenvolvimento da cultura da soja.

Arquivos do Instituto Biológico de São Paulo. São Paulo, v.70, Supl.3, p.1-5, 2003.

SALGADO, F.H.M.; XIMENES, P.A. Maize seed germination treated with insecticides. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. ISSN: 2179-4804. v. 4, n.1: p. 49-54, 2013.

SERAGUZI, E.F.; CARDOSO, E.D.; BINOTTI, F.F.S.; ALVES, C.Z.; SOUZA, H.M. Seed priming *Brachiaria brizantha* with Thiamethoxam. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.3, n.2, p.186-196, 2014.

SILVA, L.H.C. **Qualidade de sementes de milho tratadas com diferentes inseticidas, ao longo do armazenamento**. 2009. 30f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2009

SOARES, V.N.; TILLMANN, M.A.A.; MOURA, A.B.; ZANATTA, Z.G.C.N.
Physiological potential of rice seeds treated with rhizobacteria or the insecticide thiamethoxam. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina v.34 n.4, p.563-572. 2012.

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, p.47-54, 2007.

TIMOTEO, T.S. **Condições de armazenamento e conservação do potencial fisiológico de sementes de diferentes genótipos de milho**. Piracicaba. USP, 2010. 91f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, 2010.

TONIN, R. F. B. **Qualidade de sementes de milho híbrido tratadas com inseticidas, armazenadas em duas condições de ambiente**. 2008, 41f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas 2008.

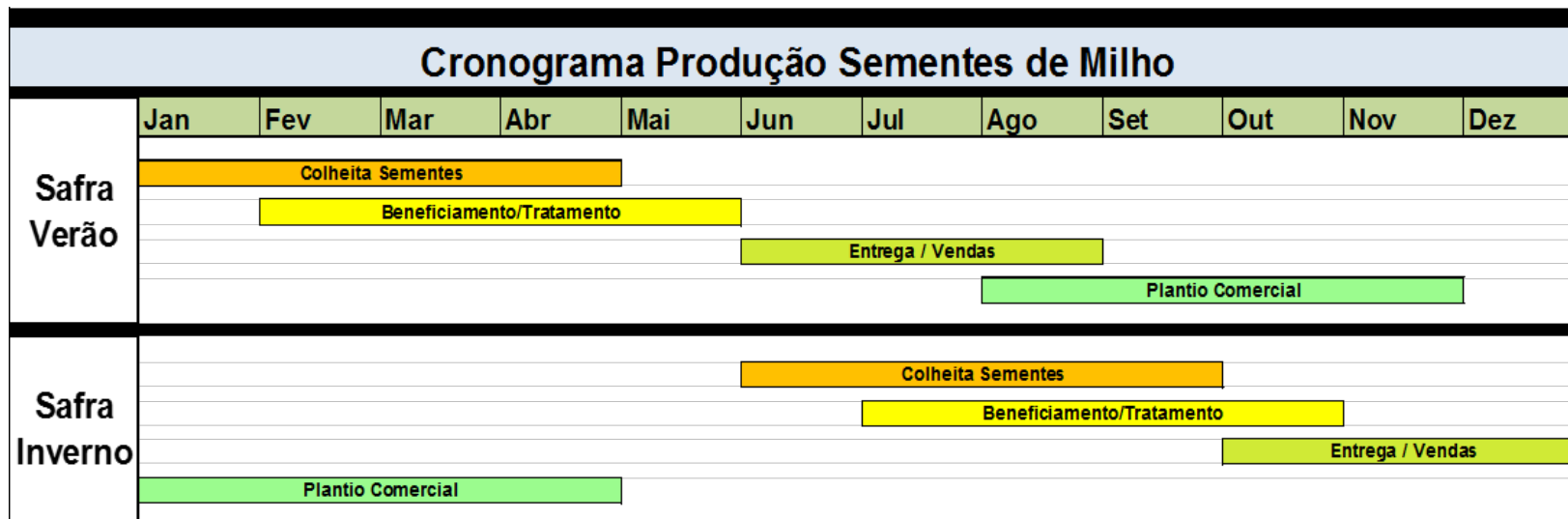
USDA - **United States Department of Agriculture**. Disponível em:
<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf> Acesso em: maio 2017.

VANIN, A.; SILVA, A. G.; FERNANDES, C. P. C.; FERREIRA, W. S.; RATTES, J. F. Tratamento de sementes de sorgo com inseticidas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 2 p. 299-309, 2011.

ZIMMER, P. D. Fundamentos da qualidade da semente. In: **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. Ed. PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. Pelotas: UFPEL, 2012, 573p.

ANEXOS

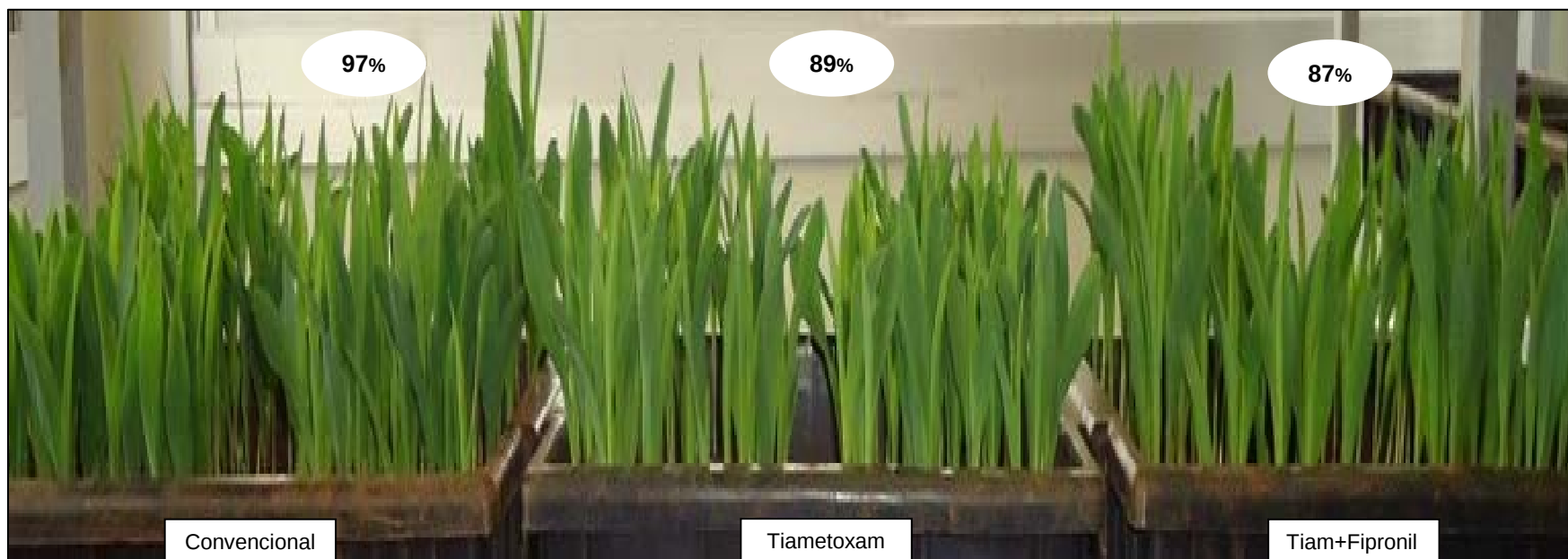
Anexo A - Cronograma de manejo de produção de semente comercial de milho em duas safras anuais:



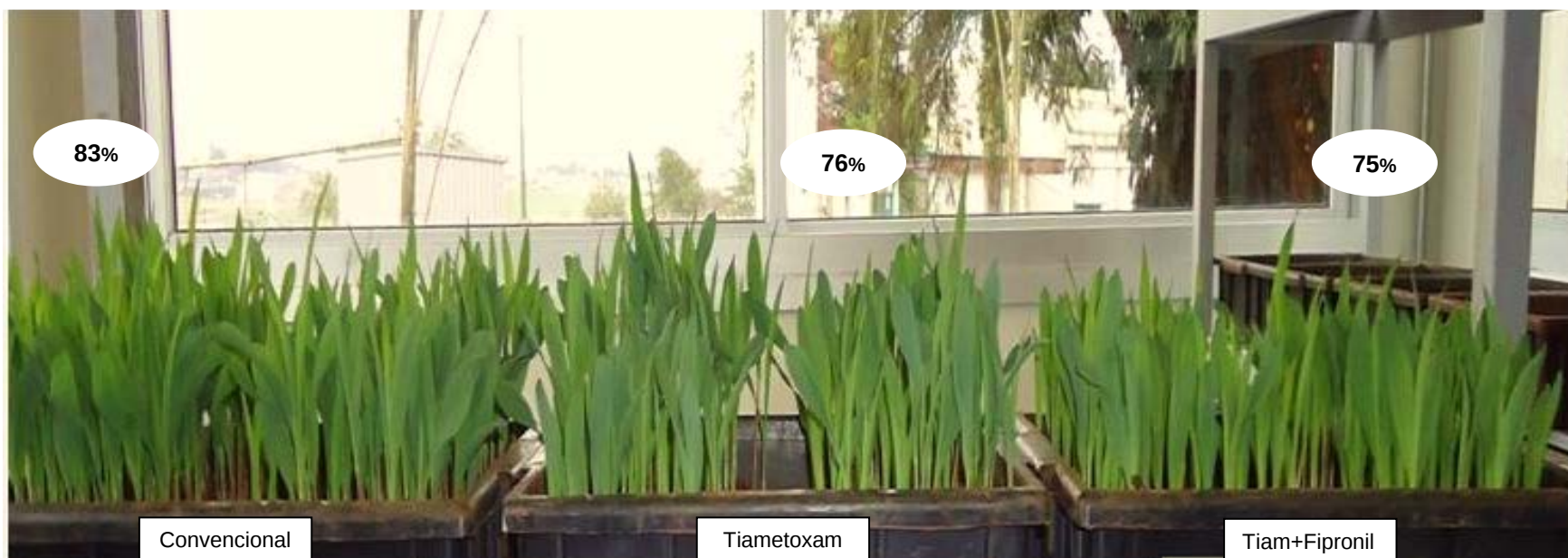
Safr Verão e Safr de Inverno.

Anexo B – Fotos do resultado do **teste de frio** em lote de sementes de milho com alto e médio vigor inicial, tratadas com inseticidas armazenadas por 12 meses em ambiente climatizado à 10°C e 50% umidade relativa do ar.

Teste de Frio: Lote Alto Vigor Inicial



Teste de Frio: Lote Médio Vigor Inicial



Anexo C. Fotos do resultado de **emergência em canteiro** em lote de sementes de milho com alto e médio vigor inicial, tratadas com inseticidas e armazenadas por 12 meses em ambiente climatizado à 10°C e 50% umidade relativa do ar.

Emergência Canteiro: Lote Alto Vigor Inicial



Emergência Canteiro: Lote Médio Vigor Inicial



