

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS ITAQUI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**TRATAMENTO DE SEMENTES DE CANOLA COM
ZINCO: POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES E
ESTABELECIMENTO INICIAL DE PLANTAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Alessandra Pletsch

**Itaqui, RS, Brasil
2013**

ALESSANDRA PLETSCH

Tratamento de sementes de canola com zinco: potencial fisiológico de sementes e estabelecimento inicial de plantas

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientador: Vanessa Neumann Silva

Itaqui, RS, Brasil
2013

ALESSANDRA PLETSCH

**TRATAMENTO DE SEMENTES DE CANOLA COM ZINCO:
POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES E ESTABELECIMENTO
INICIAL DE PLANTAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Agronomia da Universidade Federal do
Pampa (UNIPAMPA), como requisito
parcial para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em 08 de outubro de 2013.

Banca examinadora:

Prof. Dra. Vanessa Neumann Silva
Orientadora
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Prof. Dr. Amauri Nelson Beutler
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Prof. Dr. Carlos Eduardo Schaedler
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Dedico este trabalho aos meus pais, Flavio e Maria Inês, ao meu namorado, Luciano Alegre e meus amigos, pelos ensinamentos, amor, confiança, companheirismo e apoio em todos os momentos.

AGRADECIMENTO

A Deus pela vida, pela oportunidade de chegar onde cheguei e principalmente amparar nos momentos de fraqueza.

Aos meus pais, Flavio e Maria Inês, pois em momento algum mediram esforços para a concretização do meu sonho, dando o apoio essencial para superar a distância e a saudades, além de me guiaram pelo caminho certo, mostrando o verdadeiro significado de honestidade e respeito.

À minha irmã, Franciele Pletsch, que mesmo distante, sempre se fez presente, dando o apoio e o carinho incondicional que se pode ter.

Ao meu namorado, melhor amigo e companheiro de todas as horas, Luciano Alegre, que sempre acreditou e me incentivou. Obrigado também pelos ensinamentos, carinho, amor e paciência.

À Universidade Federal do Pampa pela oportunidade da realização do curso e os conhecimentos adquiridos.

À professora Dr^a Vanessa Neumann Silva pela orientação, paciência, dedicação e ensinamento a mim concedidos.

Ao professor Dr. Amauri Beutler pela paciência e auxílio na parte estatística.

Aos amigos, em especial Laura Possani e Karina Pires Diniz, com certeza vocês foram minha segunda família, com vocês tive o prazer de desfrutar de momentos de carinho, descontração e amizade sem hora e momento.

À empresa Celena S/A, na pessoa de Carlos Henrique Zimmermann, pelo fornecimento das sementes para a realização desta pesquisa.

À empresa Fênix Agro, na pessoa de Mauricio da Silva Garcia, pelo fornecimento dos produtos.

Aos colegas, pelo convívio e ensinamentos ao decorrer desta caminhada.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

“Tente uma, duas, três vezes e se possível tente a quarta, a quinta e quantas vezes for necessário. Só não desista nas primeiras tentativas, a persistência é amiga da conquista. Se você quer chegar aonde a maioria não chega, faça aquilo que a maioria não faz.”

Bill Gates

RESUMO

TRATAMENTO DE SEMENTES DE CANOLA COM ZINCO: POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES E ESTABELECIMENTO INICIAL DE PLANTAS

Autor: Alessandra Pletsch

Orientador: Vanessa Neumann Silva

Local e data: Itaquí, Outubro de 2013.

O tratamento de sementes com zinco constitui uma técnica eficiente para assegurar a disponibilidade e absorção deste nutriente nas fases iniciais de crescimento das plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do tratamento de sementes com zinco, em diferentes doses, sobre o potencial fisiológico de sementes de canola, bem como no estabelecimento inicial de plantas. Sementes de canola das cultivares Hyola 61 e Hyola 433, representadas por um lote cada, foram tratadas com seis doses de zinco (0,1, 2, 3, 4 e 5 mL de produto comercial formulado kg^{-1} de semente). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições para os testes de potencial fisiológico de sementes e de blocos ao acaso para os testes de avaliação do estabelecimento inicial de plantas. A avaliação do potencial fisiológico das sementes foi realizada por meio dos testes de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, índice de velocidade de germinação, comprimento de parte aérea e raiz de plântula e matéria seca de plântulas, e o estabelecimento inicial de plantas foi avaliado por meio da emergência de plântulas em vasos, velocidade de emergência, bem como comprimento de parte aérea e raiz de planta e matéria seca de plantas. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade, em esquema fatorial 2x6 (cultivares x doses). Para o fator quantitativo (doses de zinco) foram ajustadas equações de regressão. O tratamento de sementes com a dose de 2 mL kg^{-1} de semente do produto Quimifol Seed 78 influencia positivamente a germinação e o potencial fisiológico de sementes de canola, assim como o estabelecimento inicial de plantas, refletindo em maior porcentagem e velocidade de emergência de plantas.

Palavras-chave: *Brassica napus*, vigor, germinação.

ABSTRACT

ZINC CANOLA SEED TREATMENT: PHYSIOLOGICAL POTENTIAL AND EARLY PLANT ESTABLISHMENT

Author: Alessandra Pletsch

Advisor: Vanessa Neumann Silva

Data: Itaquí, October, 2013.

Seed zinc treatment is efficient technique to assure availability and absorption of this nutrient in the early stages of plant growth. The aim of this study was to evaluate the influence of zinc seed treatment with different doses, on the seed physiological potential as well as in the initial establishment of canola plants. Seeds of canola, cultivars Hyola 61 and Hyola 433, each one represented by a lot, were treated with zinc at six doses (0, 1, 2, 3, 4 and 5 mL of the commercial product formulated per seed kg^{-1}). The experimental design used was a completely randomized with four replications for the physiological seed potential tests and randomized blocks for the initial plant establishment evaluations. The evaluation of the seed physiological potential was performed by germination, first count of germination, accelerated aging, speed of germination, shoot and root length seedling and dry seedling weight, and the initial establishment of plants was assessed by seedling emergence, index of seedling emergence velocity, shoot and root plant length and dry plant weight. The results were submitted to analysis of variance and means comparison was performed by Tukey test at 5% probability, in a factorial scheme 2x6 (cultivars x doses). For the quantitative factor (zinc doses) regression equations were adjusted. Canola seed treatment with 2 mL kg^{-1} seeds with Quimifol 78 affects positively seed germination and seed physiological potential, as well as the initial establishment of plants, resulting in a higher percentage and speed of plant emergence.

Keywords: *Brassica napus*, vigor, germination.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Sementes recobertas com zinco acondicionadas em sacos plásticos.	23
Figura 2- Teste de germinação aos 7 dias após a semeadura, cultivar Hyola 433.	24
Figura 3- Avaliação comprimento parte aérea e raiz primária.	25
Figura 4- Porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação, em função das doses de zinco aplicadas via tratamento de sementes, cultivares Hyola 61 e Hyola 433.	28
Figura 5- Porcentagem de plântulas normais de canola ao final do teste de germinação, em função das doses de zinco aplicadas via tratamento de sementes, cultivares Hyola 61 e Hyola 433.	29
Figura 6- Índice de velocidade de germinação em função das doses de zinco aplicadas via tratamento de sementes, cultivares Hyola 61 e Hyola 433.	30
Figura 7- Comprimento parte aérea de plântulas de canola em função das doses de zinco aplicadas via tratamento de sementes, cultivares Hyola 61 e Hyola 433.	32
Figura 8- Comprimento da raiz primária de plântulas de canola em função das doses de zinco aplicadas via tratamento de sementes, cultivares Hyola 61 e Hyola 433.	34
Figura 9- Matéria seca de plântulas de canola em função das doses de zinco aplicadas via tratamento de sementes, cultivares Hyola 61 e Hyola 433.	36
Figura 10- Porcentagem de plântulas normais de canola após envelhecimento acelerado, em função das doses de zinco aplicadas via tratamento de sementes, cultivares Hyola 61 e Hyola 433.	37
Figura 11- Porcentagem de plantas emersas de canola aos 30 dias após a semeadura, em função das doses de zinco aplicadas via tratamento de sementes, cultivares Hyola 61 e Hyola 433.	38

Figura 12- Velocidade de emergência de plantas de canola aos 30 dias após a semeadura em função das doses de zinco aplicadas via tratamento de sementes, cultivares Hyola 61 e Hyola 433.	40
Figura 13- Comprimento da parte aérea de plantas de canola aos 30 dias após a semeadura em função das doses de zinco aplicadas via tratamento de sementes, cultivares Hyola 61 e Hyola 433.	42
Figura 14- Comprimento da raiz de plantas de canola aos 30 dias após a semeadura em função das doses de zinco aplicadas via tratamento de sementes, cultivares Hyola 61 e Hyola 433.	43
Figura 15- Matéria seca de plantas de canola aos 30 dias após a semeadura em função das doses de zinco aplicadas via tratamento de sementes, cultivares Hyola 61 e Hyola 433.	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Comprimento parte aérea de plântulas de canola, cultivar Hyola 61 e Hyola 433, obtidas em função do tratamento de sementes com zinco...	31
Tabela 2- Comprimento raiz primária de plântulas de canola, cultivar Hyola 61 e Hyola 433, obtidas em função do tratamento de sementes com zinco.....	33
Tabela 3- Matéria seca de plântulas de canola, cultivar Hyola 61 e Hyola 433, obtidas em função do tratamento de sementes com zinco.....	35
Tabela 4- Comprimento parte aérea de plantas de canola aos 30 dias após a semeadura, cultivares Hyola 61 e Hyola 433, obtidas em função do tratamento de sementes com zinco.....	41
Tabela 5- Comprimento raiz de plantas de canola aos 30 dias após a semeadura, cultivares Hyola 61 e Hyola 433, obtidas em função do tratamento de sementes com zinco.....	43
Tabela 6- Matéria seca de plantas de canola aos 30 dias após a semeadura, cultivares Hyola 61 e Hyola 433, obtidas em função do tratamento de sementes com zinco.....	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 A cultura da canola	15
2.2 Exigências nutricionais da canola	16
2.3 Dinâmica do zinco no solo	18
2.4 Dinâmica do zinco na planta	19
2.5 Tratamento de sementes com zinco	21
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Testes realizados em laboratório	24
3.1.1 Germinação	24
3.1.2 Primeira contagem de germinação	24
3.1.3 Índice de velocidade de germinação	24
3.1.4 Comprimento de parte aérea de plântula	25
3.1.5 Comprimento da raiz primária	25
3.1.6 Matéria seca de plântula	26
3.1.7 Envelhecimento acelerado	26
3.2 Testes em viveiro	26
3.3 Delineamento experimental e análise estatística	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 Efeitos das doses de zinco na germinação e potencial fisiológico das sementes	28
4.1.1 Porcentagem de plântulas normais na primeira contagem, germinação e índice de velocidade de germinação	28
4.1.2 Efeito das doses de zinco no comprimento de parte aérea e raiz primária de plântulas de canola	31
4.2 Efeito das doses de zinco na emergência e estabelecimento inicial de plantas	37
4.2.1 Emergência e velocidade de emergência	37
4.2.3 Matéria seca das plantas	44
5 CONCLUSÃO	47
6 REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

A canola (*Brassica napus* L. var. oleifera) é considerada a terceira oleaginosa de maior importância econômica mundial, sendo que grande parte desse sucesso está ligado aos seus grãos servirem de matéria-prima para a produção de biocombustível. O cultivo desta espécie também é importante, pois possibilita a rotação de culturas de inverno, permitindo a quebra do ciclo de doenças fúngicas, entre outros benefícios (TOMM et al., 2009).

No Brasil, seu cultivo está se expandindo de forma lenta, contudo na safra de 2012 a área destinada para essa cultura foi de 43,8 mil hectares, alcançando uma produção de 54,7 mil toneladas, segundo dados da CONAB, 2013. Neste cenário, temos como principal produtor o Rio Grande do Sul, responsável por 56% desta produção, seguido do estado do Paraná e Mato Grosso do Sul.

Apesar da quantidade requerida de micronutrientes pelas plantas ser diminuta, estes são essenciais para que a planta possa completar seu ciclo, principalmente na fase vegetativa (LUCHESE et al., 2002). Um dos micronutrientes mais importantes para a produção de plantas, sejam anuais ou perenes, é o zinco, pois este elemento na planta potencializa a produção de auxinas, uma classe de fitohormônios, responsável pelo alongamento e divisão celular, formação de raízes adventícias e laterais, dentre outras funções (TAIZ; ZEIGER, 2010).

Segundo Fageria (2001) a deficiência de zinco é reconhecida como problema nutricional mundial para a produção de culturas, situação agravada no Brasil, pois nos solos deste país este é o micronutriente que frequentemente se mostra deficiente (RIBEIRO; SANTOS, 1996). Nesse ínterim, várias práticas contribuem para que esse problema se agrave, como por exemplo, o uso indiscriminado de adubos fosfatados, utilizados para incrementar a produtividade das culturas, pois os mesmos possuem ação antagonista a disponibilidade de zinco para as plantas.

Para corrigir a deficiência de micronutrientes, como o zinco, pode-se fornecer as quantidades adequadas por meio de adubação, realizada diretamente no solo, na planta, por meio da adubação foliar ou via tratamento de sementes (MALAVOLTA, 2006). Vários trabalhos vem sendo realizados com o intuito de avaliar a aplicação de micronutrientes no tratamento de sementes, apresentando efeitos positivos,

principalmente com o zinco, no incremento da produtividade de diversas culturas (TUNES et al., 2012).

O tratamento de sementes constitui uma medida valiosa pela sua simplicidade de execução, baixo custo relativo e eficácia sobre vários aspectos, propiciando um estabelecimento e desenvolvimento sadio da cultura (MACHADO, 2000). Dessa forma, a aplicação de zinco nas sementes assegura a disponibilidade e absorção do nutriente nas fases iniciais de crescimento das plantas, uma vez que a plântula não absorve grandes quantidades desse elemento do solo, visto que ainda não tem sistema radicular desenvolvido, nem área foliar suficiente para absorver o nutriente via pulverização (TUNES et al., 2012).

Devido à importância do zinco e sabendo da ascensão do cultivo da canola, faz-se necessário interligar essas duas variáveis, para que se possa avaliar possíveis respostas positivas em relação ao tratamento de sementes com zinco. Dessa forma, o presente trabalho objetivou avaliar a influência do tratamento de sementes com zinco, em diferentes doses, sobre o potencial fisiológico de sementes, bem como no estabelecimento inicial de plantas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura da canola

A canola (*Brassica napus* L. var. oleifera) é uma planta resultante do melhoramento genético da colza, o qual teve por objetivo obter variedades que produzissem grãos com teores menores de 2% de ácido erúxico no óleo e menos de 30 μmol de glucosinolatos por grama de matéria seca livre de óleo, melhorando assim sua palatabilidade e a digestibilidade (SANTOS et al., 2001).

Trata-se de uma herbácea anual, pertencente à família brassicácea, possui raiz pivotante, com ramificações laterais de grande significância, as quais favorecem a descompactação do solo e a absorção de água e nutrientes (TOMM et al., 2009). O caule é ereto, com porte variável, o qual pode alcançar cerca de 1,7 m de altura. Além disso, seu hábito de crescimento é indeterminado, variando conforme a cultivar, bem como sua floração. As flores são pequenas e amarelas, agrupam-se em racemos terminais e são formadas por quatro pétalas dispostas em cruz, seis estames e o pistilo. O período de floração varia com a cultivar e pode determinar a manutenção da produtividade em caso de intempéries, seja pela emissão de novas flores (GARCÍA, 2007).

A maturação da canola se inicia em ramificações inferiores, seguindo em direção as superiores em função do hábito de crescimento indeterminado. Devido a esta elevada desuniformidade, as perdas na lavoura pela queda dos grãos ao solo, podem atingir valores superiores a 30%, principalmente se os efeitos de ambiente como precipitações intensas e ventos fortes ocorrerem nos estádios finais de maturação das plantas (TOMM, 2005). Os frutos desta espécie são do tipo síliquas, normalmente apresentando 5 a 6 cm de comprimento, em cujo interior se encontram as sementes. Suas sementes são esféricas, com diâmetro de 2 mm, de coloração marrom (GARCÍA, 2007).

A canola é a terceira oleaginosa mais cultivada no mundo, precedida apenas pela palma e soja. Mundialmente, os maiores produtores e consumidores de canola grão localizam-se na União Européia, com uma produção prevista para a safra de 2013/2014 de 20 milhões de toneladas e consumo de 23 milhões de toneladas; o segundo maior produtor e consumidor é a China com uma produção de grão da

ordem de 13 milhões de toneladas, e um consumo previsto de 15,6 milhões de toneladas (CONAB, 2013). No Brasil, seu cultivo teve início em 1974 no noroeste do Rio Grande do Sul, alastrando-se nos anos subsequentes pelo estado e ganhando espaço no Paraná e Goiás; atualmente a área cultivada no país é de 43.800 hectares (TOMM, 2009; CONAB, 2013).

Embora a produção de canola ainda seja pouco expressiva no Brasil, esse cenário favorece a comercialização do produto, ocasionando, de certa forma, a disputa no mercado, tanto brasileiro como europeu. Tomm (2007) destaca que a expansão de seu cultivo está intimamente ligada à possibilidade de rotação de culturas, principalmente com o trigo, além de constituir uma alternativa econômica para o produtor, principalmente do sul do Brasil, bem como oportunizar a produção de óleos vegetais no inverno. Outro ponto ressaltado por Tomm (2006) é que a reduzida área cultivada com canola no país deve-se ao pouco conhecimento e experiência no cultivo da canola, tanto por parte dos agricultores, como técnicos.

No mercado brasileiro existem várias cultivares de canola disponíveis, entre elas os híbridos Hyola 43, 60, 61, 401, 420 e 433, os quais têm comercialização assegurada da produção por empresas interessadas no refino e comercialização do óleo comestível (TOMM, 2005). Por outro lado, elevadas perdas na colheita decorrentes da maturação desuniforme da planta e da forte deiscência natural de síliquas, características de difícil ganho de seleção no melhoramento genético de plantas (NEVES, 2005; TOMM, 2007), limitam o desempenho e são desafios à expansão da produção.

2.2 Exigências nutricionais da canola

Em termos nutricionais, a canola é uma planta que exige solos de média a alta fertilidade, sendo sensível à acidez do solo (CASTRO; BOARETTO, 2004). Segundo Tomm (2009), o sucesso do cultivo da canola está relacionado com a escolha de áreas de boa fertilidade aliada à adubação adequada e equilibrada.

O nitrogênio é o elemento mais absorvido e limitante para a canola, sendo importante sua disponibilidade, para que se possa obter altos rendimentos de grãos (TOMM, 2009). Este nutriente é constituinte de aminoácidos e proteínas, fazendo parte das membranas celulares, sendo assim responsável pelo crescimento e acúmulo de matéria seca das plantas. Sua absorção é intensa na fase vegetativa,

diminuindo após o início da maturação das síliquas, ocorrendo seu máximo acúmulo em torno de quatro semanas após a emergência (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2013).

A absorção de fósforo (P) por plantas de canola é considerada eficiente, assim como a utilização (TOMM, 2009), pois, a planta possui mecanismos que auxiliam nessa absorção, como por exemplo, a ramificação de raízes, possibilitando a exploração de uma porção maior de solo, além da exsudação de ácidos orgânicos pelas raízes que permitem a solubilização de P insolúveis (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2013). A absorção de P é mais intensa entre 80 e 160 dias após a emergência.

A adubação potássica é requerida em menores quantidades pela cultura da canola quando comparada com outras oleaginosas (TOMM, 2009), sendo que a absorção mais intensa de potássio se dá nos primeiros estágios de crescimento, ocorrendo o máximo acúmulo aos 127 dias (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2013).

Outro nutriente de grande relevância para a canola é o enxofre (S), sendo este considerado o terceiro nutriente mais requerido para esta espécie, apesar de ser pouco expressivo em outras culturas. Em síntese, a canola por ser uma planta produtora de óleo e proteína necessita de adubações que contenham enxofre, pois este nutriente é constituinte de aminoácidos. Para que se possa produzir uma tonelada de grão são necessários 20 kg de S por hectare (TOMM, 2007).

Além dos macronutrientes, outros elementos considerados micronutrientes, são importantes para a canola. Segundo Canola Council of Canada (2013), a produtividade da canola também é afetada pela deficiência de micronutrientes e incrementos são obtidos com a aplicação de boro, zinco e cobre.

O boro na nutrição de plantas é importante principalmente na fase reprodutiva das plantas, não diferindo para a canola, a qual depende deste micronutriente para a formação do tubo polínico. Conseqüentemente, sua deficiência afeta diretamente a produção de pólen e o rendimento de grãos, sendo característico em plantas de canola a floração prolongada (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2013).

Destaca-se também a importância do cobre para a canola, pois é um micronutriente componente da estrutura de proteínas, além de desempenhar papel importante por participar de processos de fotossíntese, respiração, regulação hormonal e metabolismo de compostos secundários (TAIZ; ZEIGER, 2010). Na

canola, os sintomas de deficiência de cobre se manifestam logo após a emergência, constatando-se folhas com clorose (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2013).

Assim como os demais, o zinco é um micronutriente essencial em diversos processos vitais da planta, como o metabolismo dos carboidratos, das proteínas e dos fosfatos e a formação da estrutura de auxinas (KIRKBY; ROMHELD, 2007). Plantas de canola deficientes neste nutriente apresentam os sintomas nas folhas mais novas, bem como o encurtamento dos internódios (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2013).

2.3 Dinâmica do zinco no solo

Pode-se dizer que o teor de zinco (Zn) no solo resulta da inter-relação dos fatores intensidade, quantidade e poder tampão do solo durante um ciclo da planta, podendo ser avaliados por meio de extratores químicos (VALLADARES et al., 2009). De acordo com Troeh e Thompson (2007), a maior parte dos solos contém entre 10 a 300 ppm de Zn, porém, uma quantidade muito pequena dele está na solução.

Na solução do solo, o Zn encontra-se comumente na forma de íon divalente (Zn^{2+}), sendo que a maior disponibilidade ocorre em solos ácidos, na faixa de pH entre 5,0 e 6,5, diminuindo em solos alcalinos. De acordo com a Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO, 1990) cerca de 30 % dos solos cultiváveis do mundo contêm níveis baixos de zinco disponível.

A deficiência de Zn nas plantas está ligada a propriedades do solo, principalmente ao material de origem e os processos que atuaram na sua formação. Nesse contexto, regiões tropicais, onde os processos de intemperização são mais intensos, a disponibilidade deste nutriente tende a diminuir, seja pela mobilização e redistribuição do mesmo (ABREU et al., 2007). Prado et al. (2008) relata que outro agravante para diminuir a disponibilidade de Zn é a prática de cultivo inadequado, como por exemplo, o uso excessivo de adubos fosfatados e calagem além da necessidade.

Relata-se que quando o pH é elevado para valores acima de 6,0, observam-se sintomas de deficiência de Zn nas plantas. Catlett et al. (2002) relatou que ao elevar o pH de solos do Colorado (EUA) em valores acima de 8,4, a solubilidade do Zn diminuiu e os sintomas de deficiência aumentaram devido à precipitação do Zn em

minerais insolúveis. Neste contexto, quando deficiências de Zn são observadas em solos ácidos, presume-se que o conteúdo total deste nutriente é muito baixo, casos como esses tendem a ocorrer em solos arenosos, onde o Zn já foi lixiviado (TROEH; THOMPSON, 2007).

Conforme Fageria (2000) a deficiência de Zn é uma realidade na produção das culturas, sendo este problema relatado por inúmeros autores, os quais descrevem os efeitos de sua carência na produtividade. Oshe et. al (1999) destaca o cultivo intensivo como agravante do problema, o qual se alastra por diversos países, como Austrália, Brasil, China, Estados Unidos, entre outros. No Brasil, a deficiência de Zn é a mais comum entre os micronutrientes, principalmente em solos sob cerrado e solos arenosos (OSHE et al., 1999).

Troeh e Thompson (2007) citam que a adsorção de Zn é um dos principais fatores que limita sua disponibilidade na solução do solo. O íon zinco (Zn^{2+}) é muito adsorvido em locais de troca de cátions de caulinita, além de poder ser encontrado dentro de estruturas de argila através da substituição isomórfica em locais octaédricos (TROEH; THOMPSON, 2007). Outro fator que pode afetar a disponibilidade de Zn no solo é a decomposição da matéria orgânica, devido a formação de complexos com ácidos húmicos (CARROW et al., 2001).

Além disto, deve-se considerar a relação zinco-fósforo, relativamente comum em algumas culturas, pois altos níveis de fósforo no solo estão associados com a deficiência de Zn, devido a uma combinação de fatores, tal como redução da disponibilidade de zinco no solo (CARROW, 2001).

É importante mencionar ainda o efeito da calagem sobre a disponibilidade de Zn para as plantas. Accioly et al. (2004) avaliando os efeitos da aplicação de doses de calcário em misturas de solo com proporções crescentes de Zn sobre o crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, observaram que a adição de calcário elevou o pH do solo próximo à neutralidade, reduzindo o teor de Zn extraível no solo.

2.4 Dinâmica do zinco na planta

O zinco é absorvido pela planta predominantemente na forma de Zn^{2+} de forma ativa pelas raízes e folhas, transportado com baixa mobilidade no floema (KIRKBY; ROMHELD, 2007). Por ser um micronutriente pouco móvel, seus sintomas de deficiências iniciais são percebidos nas folhas mais novas (TAIZ; ZEIGER, 2010).

Em geral, a maioria das plantas necessita apenas de uma pequena quantidade de Zn, porém concentrações críticas, 15 mg kg^{-1} e 20 mg kg^{-1} nos tecidos vegetais, podem causar alterações fisiológicas (ARAÚJO et al., 2011). Embora, KIRKBY; ROMHELD (2007) relatem que em plantas superiores poucas enzimas contêm zinco, exceto álcool desidrogenase, desidrogenase glutâmica, anidrase carbônica, este elemento é essencial para a síntese do triptofano, o qual é o precursor do ácido indolacético (AIA) (TAIZ; ZEIGER, 2010), composto envolvido na regulação de vários processos fisiológicos, incluindo o crescimento da flor e do fruto, estando indiretamente relacionado com a produção de sementes.

Muitas das deficiências características do Zn em plantas podem ser explicadas pelo distúrbio no metabolismo da auxina, mais especificamente do ácido indolacético (AIA), cuja sintomatologia são plantas com reduções na taxa de crescimento, folhas pouco expandidas e inibição da elongação dos internódios (KIRKBY; ROMHELD, 2007).

Em estágios iniciais de desenvolvimento, plantas com deficiência em Zn, têm seu desenvolvimento afetado e dificilmente poderão expressar seu máximo potencial genético. Malavolta (2006) cita que um agravante relacionado à falta de Zn seria a redução da atividade da polimerase de RNA, provocando aumento nos teores de aminoácidos e amidas, redução no teor de proteínas, redução na integridade dos ribossomos ou indução na degradação de RNA.

Além disso, outra alteração no metabolismo das plantas ocasionado pela deficiência de Zn é a inibição da álcool desidrogenase, o qual proporciona o acúmulo de acetaldéido nas raízes, alterando o processo anaeróbico da respiração (FURLANI, 2004).

O Zn também desempenha papel importante na proteção de plantas contra o ataque de vários patógenos, pelo fato de manter a estrutura e a integridade da membrana e de controlar a permeabilidade da mesma (KIRKBY; ROMHELD, 2007). Furlani et al. (2005) explica que a liberação de carboidratos e aminoácidos através das membranas permeáveis é decorrente da diminuição da atividade da anidrase carbônica, atraindo patógenos e insetos tanto para as raízes quanto para as brotações de plantas deficientes de zinco.

Considerando-se que o Zn é responsável pela ativação de várias enzimas envolvidas no metabolismo de carboidratos, na manutenção da integridade das membranas celulares e síntese de proteínas (MARSCHNER, 1995), é possível que o

tratamento de sementes com este elemento possibilite incrementos na germinação e crescimento de plantas, como já foi documentado para arroz (SLATON et al., 2001), entre outras espécies.

2.5 Tratamento de sementes com zinco

Segundo a Legislação Brasileira, semente é o material de reprodução vegetal de qualquer gênero, espécie ou cultivar, proveniente de reprodução sexuada ou assexuada, que tenha finalidade específica de semeadura (BRASIL, 2003). Para que uma planta possa atingir seu máximo potencial produtivo é indispensável a qualidade da semente, a qual é compreendida pela soma dos atributos genético físico, sanitário e fisiológico. Dessa forma, a semente assume o papel de um dos componentes essenciais para a produção agrícola (JULIATTI, 2010).

Dentre as técnicas para que as culturas expressem todo seu potencial genético, encontra-se o tratamento de sementes, o qual consiste na aplicação de processos e substâncias que preservem ou aperfeiçoem o desempenho das sementes, como por exemplo, a aplicação de defensivos, produtos biológicos, inoculantes, estimulantes, tratamento térmico ou outros processos físicos e a aplicação de micronutrientes (MENTEN; MORAES, 2010), como o zinco.

Segundo Ribeiro e Santos (1996) o princípio do tratamento de sementes com zinco é a translocação do mesmo para a planta, passando a ser uma importante fonte para a nutrição das fases iniciais de crescimento da cultura. Além disso, a aplicação de Zn nas sementes apresenta como vantagem a melhor uniformidade de distribuição do nutriente sobre as sementes, redução de perdas, menor custo de aplicação e racionalização no uso de reservas naturais não renováveis, por causa das pequenas quantidades utilizadas (TUNES et al., 2012).

Ribeiro e Santos (1996) descrevem que o suprimento de Zn no crescimento inicial de plântulas pode ser feito por meio da absorção pelas raízes e da translocação do micronutriente aplicado as sementes. Em vista disso, o tratamento com este micronutriente torna-se importante fonte para as plantas, especialmente quando as condições de ambiente restringem o crescimento radicular e/ou quando a concentração de zinco disponível no solo é baixa.

Farooq et al. (2012) relata que o condicionamento fisiológico de sementes com Zn pode melhorar a emergência, estabelecimento e crescimento de plântulas, assim

como o rendimento. Estudos realizados por Oshe et al. (1997) verificaram que a fonte de sulfato de zinco, na dose de $0,67\text{g Zn kg}^{-1}$ de sementes, proporcionou aumento da germinação e na massa seca da parte aérea de plântulas de arroz. Já Slaton et al. (2001) obtiveram na cultura do arroz um aumento de 50% na germinação, quando aplicado 1g Zn kg^{-1} de sementes com a fonte $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Masuthi et al. (2009) ao realizar o recobrimento de sementes de feijão caupi, na dose 250 mg kg^{-1} de sulfato de zinco, obteve um incremento na produção de 32,10% em relação ao tratamento testemunha. Para sementes de milho, Gonçalves Jr et al. (2000) verificaram incremento no teor foliar do nutriente em plantas ao aplicar a dose de $140\text{g Zn } 20\text{ kg}^{-1}$ de semente.

Além disso, Marschner (1995) descreve que os maiores teores de Zn nas sementes podem proporcionar maior resistência das sementes à invasão de patógenos de solo transmitidas durante a germinação e desenvolvimento de plântulas, garantindo assim bons estandes de cultura e, finalmente, melhor produtividade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de sementes e na casa de vegetação da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), no município de Itaqui- RS em duas etapas.

Foram utilizadas sementes de canola dos cultivares híbridos Hyola 433 e Hyola 61, as quais foram submetidas a tratamento com produto comercial Quimifol Seed 78 a base de zinco. Inicialmente, foram realizados testes para definir o intervalo de doses a ser utilizado. Para tanto, realizou-se o recobrimento das sementes manualmente, misturando-se 5 g de semente e a dose teste, utilizando as doses de 3 μ L, 10 μ L, 15 μ L e 20 μ L de produto, em sacos plásticos de 18 x 14 cm, devidamente identificados, conforme o exemplo ilustrado na Figura 1, até a completa distribuição homogênea do produto nas sementes. A escolha das doses iniciais baseou-se em indicações de pesquisa para sementes de trigo (TUNES et al., 2012), visto que não há até o presente momento referências sobre o tratamento com zinco para canola.



FIGURA 1- Sementes de canola, cultivar Hyola 61, recobertas com zinco acondicionadas em sacos plásticos.

Após o tratamento, as sementes foram colocadas em bandejas plásticas, deixadas por 50 minutos em ambiente de laboratório, para ocorrer a secagem. Em seguida, foram realizados testes para avaliação do efeito do tratamento na germinação e no potencial fisiológico das sementes, conforme descrição a seguir.

3.1 Testes realizados em laboratório

3.1.1 Germinação

O teste de germinação foi conduzido em câmara de germinação tipo B.O.D (demanda bioquímica de oxigênio), com luz artificial no interior, sob a temperatura de 20°C. As sementes foram colocadas para germinar em caixas do tipo “gerbox” sobre três folhas de papel germitest, umedecidas com água destilada, com peso equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco (BRASIL, 2009). Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, totalizando 200 sementes em cada tratamento. As avaliações foram realizadas aos cinco e sete dias após a instalação do teste, computando-se o número de plântulas normais, de acordo com os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).



FIGURA 2- Teste de germinação aos sete dias após a semeadura, cultivar Hyola 433.

3.1.2 Primeira contagem de germinação

A primeira contagem foi realizada juntamente com o teste de germinação de acordo com as recomendações de BRASIL (2009).

3.1.3 Índice de velocidade de germinação

Este índice foi obtido durante a condução do teste de germinação, contabilizando-se as plântulas normais diariamente, a partir da emergência da raiz primária, quando estas apresentaram tamanho superior a 1 cm de comprimento. Tais plântulas foram computadas e o índice de velocidade de germinação (IVG) foi calculado através da fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVG = (G_1/N_1) + (G_2/N_2) + \dots + (G_n/N_n)$$

Sendo: IVG= índice de velocidade de germinação; G_1, G_2, \dots, G_n = número de plântulas computadas na primeira, segunda e última contagem; N_1, N_2, \dots, N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

3.1.4 Comprimento de parte aérea de plântula

A avaliação foi realizada ao final do teste de germinação com as plântulas normais, aos sete dias, na qual mensurou-se o comprimento de dez plântulas normais por repetição, escolhidas ao acaso, obtendo-se o valor médio, expresso em centímetros (NAKAGAWA, 1999).

3.1.5 Comprimento da raiz primária

Foi realizado juntamente com o comprimento de parte aérea de plântula, no qual dez plântulas normais, por repetição, foram escolhidas ao acaso, conforme pode ser visualizado na Figura 3, obtendo-se o valor médio, expresso em centímetros (NAKAGAWA, 1999).



FIGURA 3- Avaliação comprimento parte aérea e raiz primária de plântulas de canola.

3.1.6 Matéria seca de plântula

Foi determinada juntamente com o teste de comprimento de plântulas, a partir da secagem das plântulas utilizadas para avaliação do comprimento, as quais foram acondicionadas em sacos de papel e posteriormente levadas em estufa a 70°C por 24 h. As plântulas foram mantidas nos sacos de papel e pesadas em balança analítica de precisão de 0,0001 g. O valor obtido pela soma de cada repetição foi dividido pelo número de plântulas utilizadas, sendo os resultados expressos em mg plântula⁻¹.

3.1.7 Envelhecimento acelerado

Quatro repetições de 50 sementes por tratamento, foram distribuídas sobre tela metálica e colocadas no interior de caixas plásticas do tipo “gerbox” contendo 40 mL de água destilada no fundo. Em seguida as caixas foram fechadas e levadas a uma estufa regulada a 42°C por 24 h (MARCOS FILHO, 1999). Após o período de envelhecimento, foi realizado o teste de germinação, conforme descrito anteriormente. A avaliação foi realizada no quinto dia após a o início do teste de germinação, expressando-se os resultados em porcentagem de plântulas normais.

Após a avaliação dos testes preliminares, realizou-se novamente o tratamento de sementes de canola, com seis doses de zinco (0 mL kg⁻¹, 1 mL kg⁻¹, 2 mL kg⁻¹, 3 mL kg⁻¹, 4 mL kg⁻¹ e 5 mL kg⁻¹), com o mesmo produto comercial utilizado nos testes preliminares. Após, foram realizados novamente os testes para avaliação do potencial fisiológico de sementes, conforme metodologia descrita anteriormente.

A segunda etapa do experimento foi realizada em casa de vegetação para a avaliação do efeito do tratamento de sementes no estabelecimento inicial das plantas, conforme descrição na sequência.

3.2 Testes em viveiro

Emergência e velocidade de emergência de plântulas: quatro repetições de 25 sementes de canola, por cultivar, por tratamento, foram semeadas na profundidade de 1 cm em vasos com 5 L de solo, peneirado e adubado segundo recomendações

da COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC (CQFS, 2004). Utilizou-se um Plintossolo Háplico com teor de argila: 20%; índice SMP: 5,3; matéria orgânica: 4,7%; P: 6,8 mg dm⁻³; K: 48,0 mg dm⁻³. Foram realizadas irrigações diárias. Realizaram-se avaliações diárias, computando-se o número de plântulas emersas com as folhas cotiledonares visíveis. A partir dos dados obtidos foi calculado o índice de velocidade de emergência pela fórmula proposta por Maguire (1962). A porcentagem de plântulas emersas foi determinada 30 dias após a semeadura, por meio da contagem das plântulas normais emersas.

Foram determinados também o comprimento de parte aérea de planta e de raiz, a massa seca de raiz e de parte aérea de planta. Para tanto, ao final da avaliação de emergência de plântulas, escolheu-se 10 plantas ao acaso, de cada repetição, retirando as mesmas do vaso e procedendo-se a lavagem das raízes, para retirada do solo. Posteriormente foi mensurado o comprimento de ambas as partes, com o auxílio de régua graduada, realizando-se a média por repetição. Após este procedimento, a parte aérea e as raízes das plântulas foram acondicionadas em saco de papel, previamente pesados e levadas à estufa com circulação de ar forçado, a 70°C por 24 h. As plantas foram pesadas em balança analítica de precisão de 0,0001 g, obtendo-se os valores correspondentes a massa seca de raízes e de parte aérea de planta, expressa em g plântula⁻¹.

3.3 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado para os testes realizados em laboratório, com quatro repetições por tratamento e blocos ao acaso para os testes realizados em viveiro, com três repetições por tratamento. Para análise estatística foi adotado esquema fatorial 2 X 6 (cultivares x doses). Para o fator quantitativo (doses de zinco) foram ajustadas equações de regressão.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para realização dos procedimentos estatísticos utilizou-se o software Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2013).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efeitos das doses de zinco na germinação e potencial fisiológico das sementes

4.1.1 Porcentagem de plântulas normais na primeira contagem, germinação e índice de velocidade de germinação

Verificou-se que não houve interação entre os fatores, bem como diferença significativa para o fator cultivares. No entanto, houve efeito das doses de zinco para a porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação, como pode ser visualizado na Figura 4. Resultados semelhantes são descritos para sementes de arroz recobertas com zinco (FUNGUETTO et al., 2005).

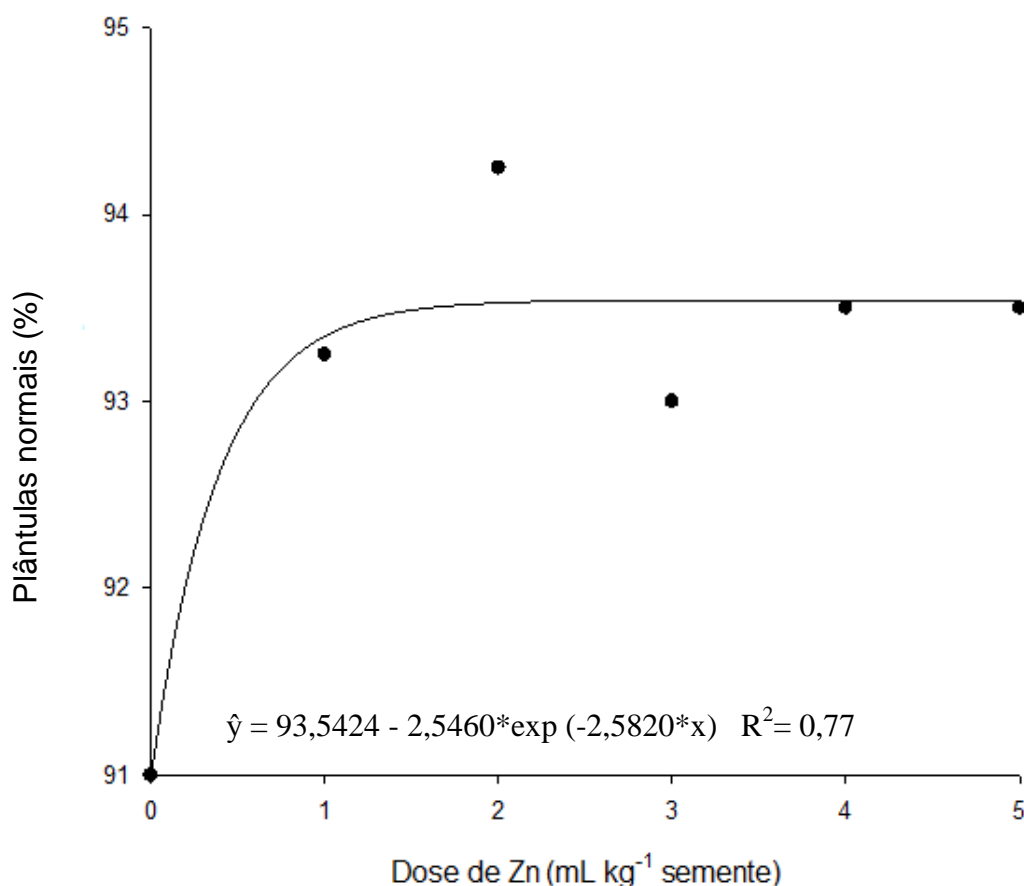


FIGURA 4- Porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação, em função das doses de zinco aplicadas via tratamento de sementes, cultivares Hyola 61 e Hyola 433.

Observa-se que a dose de 2 mL de produto formulado kg^{-1} semente, proporcionou aumento de 3,5% em relação a testemunha. Além disso, é possível ainda visualizar que as demais doses seguiram o ajuste da equação.

Para o parâmetro germinação, ilustrado na Figura 5, não houve interação entre as doses de zinco e as cultivares, da mesma forma não houve diferença significativa entre o fator cultivares. Entretanto, o fator doses de zinco apresentou diferença significativa quando submetido ao teste de comparação de médias. Estes dados corroboram com os encontrados por Oshe et al. (2012) que ao tratar sementes de melancia com diferentes doses de zinco (0 a $1,52 \text{ g de Zn kg}^{-1}$ de sementes) perceberam incrementos positivos no potencial germinativo. Diferentemente, Oshe et al. (2000) e Funguetto et al. (2010), ao tratarem sementes de arroz com zinco, observaram que não houve incremento no percentual de germinação.

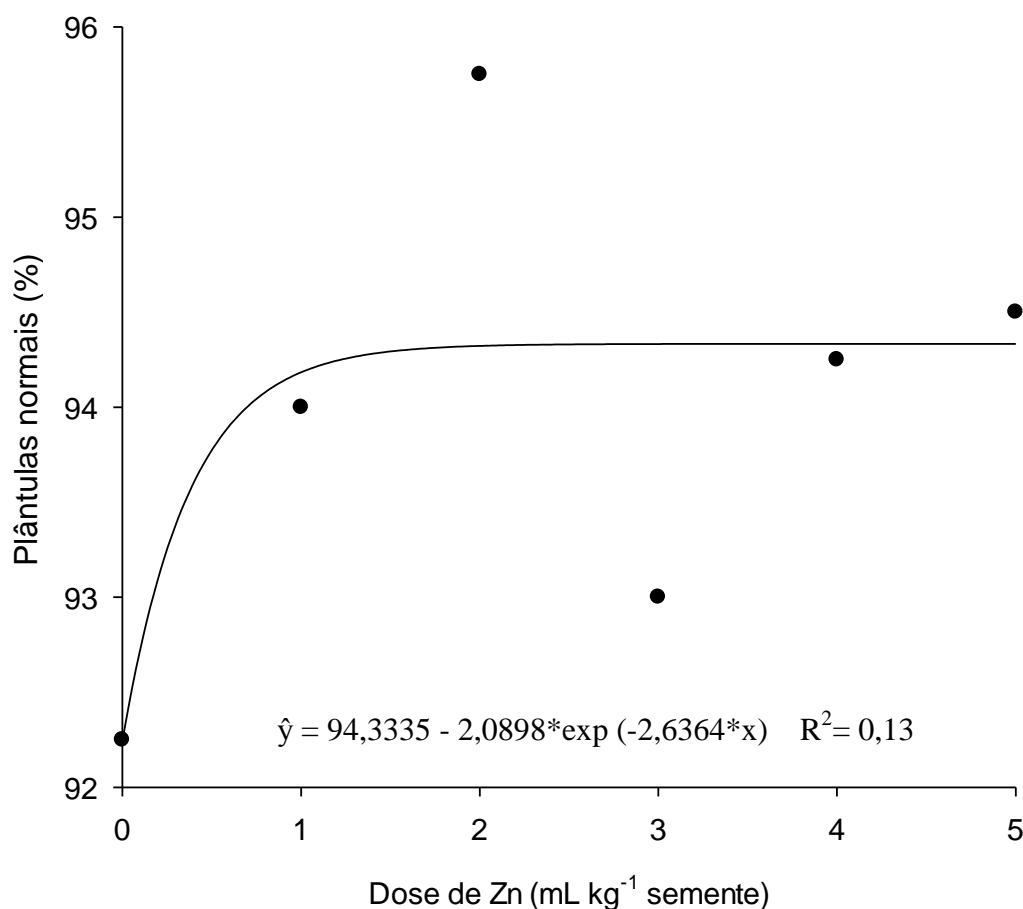


FIGURA 5- Porcentagem de plântulas normais de canola ao final do teste de germinação, em função das doses de zinco aplicadas via tratamento de sementes, cultivares Hyola 61 e Hyola 433.

Assim como na primeira contagem, pode-se observar comportamento semelhante referente às doses, pois a dose de 2 mL de produto formulado por kg^{-1} de semente propiciou aumento de 3,6% em relação a testemunha. Além disso, a partir da dose de 2 mL, as doses seguiram o ajuste da equação.

Em relação ao índice de velocidade de germinação, não houve interação entre os fatores, bem como diferença significativa para o fator cultivares e fator doses de zinco (Figura 6).

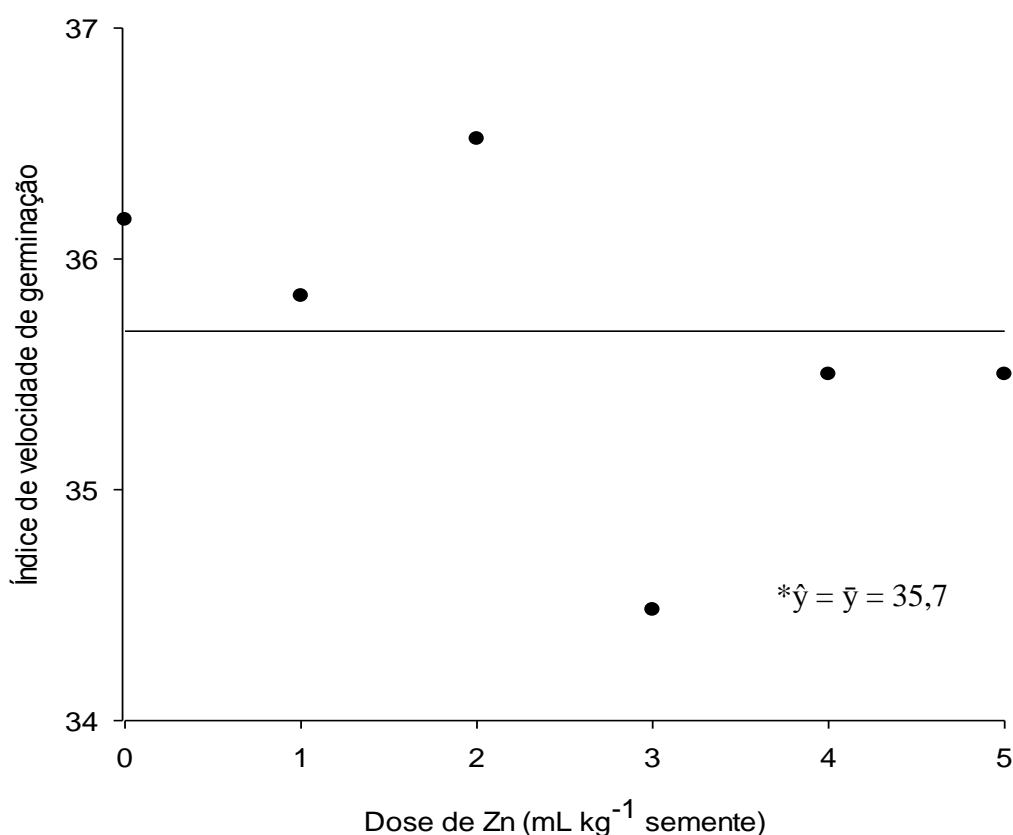


FIGURA 6- Índice de velocidade de germinação em função das doses de zinco aplicadas via tratamento de sementes, cultivares Hyola 61 e Hyola 433. *Não houve ajuste de equação.

É possível observar na Figura 6 que a dose de 2 mL propiciou maior velocidade de germinação das sementes, em valor absoluto, em relação as demais. O efeito benéfico do tratamento de sementes de canola com Zn, sobre o índice de velocidade de germinação, pode estar associado ao fato do elemento ativar as enzimas desidrogenases, aldolases, enolases e isomerases, intensificando a respiração e, conseqüentemente, a produção de ATP para os processos que demandam energia (TAIZ; ZEIGER, 2010), como a germinação. De maneira

semelhante, Santos et al. (2008) observaram que plântulas provenientes de sementes de sorgo tratadas com zinco e cobre apresentaram incrementos no vigor.

4.1.2 Efeito das doses de zinco no comprimento de parte aérea e raiz primária de plântulas de canola

Como se pode observar na Tabela 1, houve interação entre os fatores para o comprimento da parte aérea de plântulas. No entanto, não houve diferença significativa entre o fator cultivares. Resultados semelhantes foram encontrados para sementes de arroz, com incrementos no comprimento da parte área de plântulas de 9,3% (OSHE, 2000) e 58% (FUNGUETTO et al., 2010).

TABELA 1- Comprimento parte aérea de plântulas de canola, cultivar Hyola 61 e Hyola 433, obtidas em função do tratamento de sementes com zinco.

Comprimento parte aérea de plântula (cm)						
Cultivar	T1 (0 mL)	T2 (1 mL)	T3 (2 mL)	T4 (3 mL)	T5 (4 mL)	T6 (5 mL)
Hyola 61	4,1 aA	4,1 bA	4,3 aA	4,5 aA	4,4 aA	4,3 aA
Hyola 433	4,3 aBC	4,7 aA	4,2 aBC	4,5aAB	3,9 bC	4,1aBC
CV (%)						5,39

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

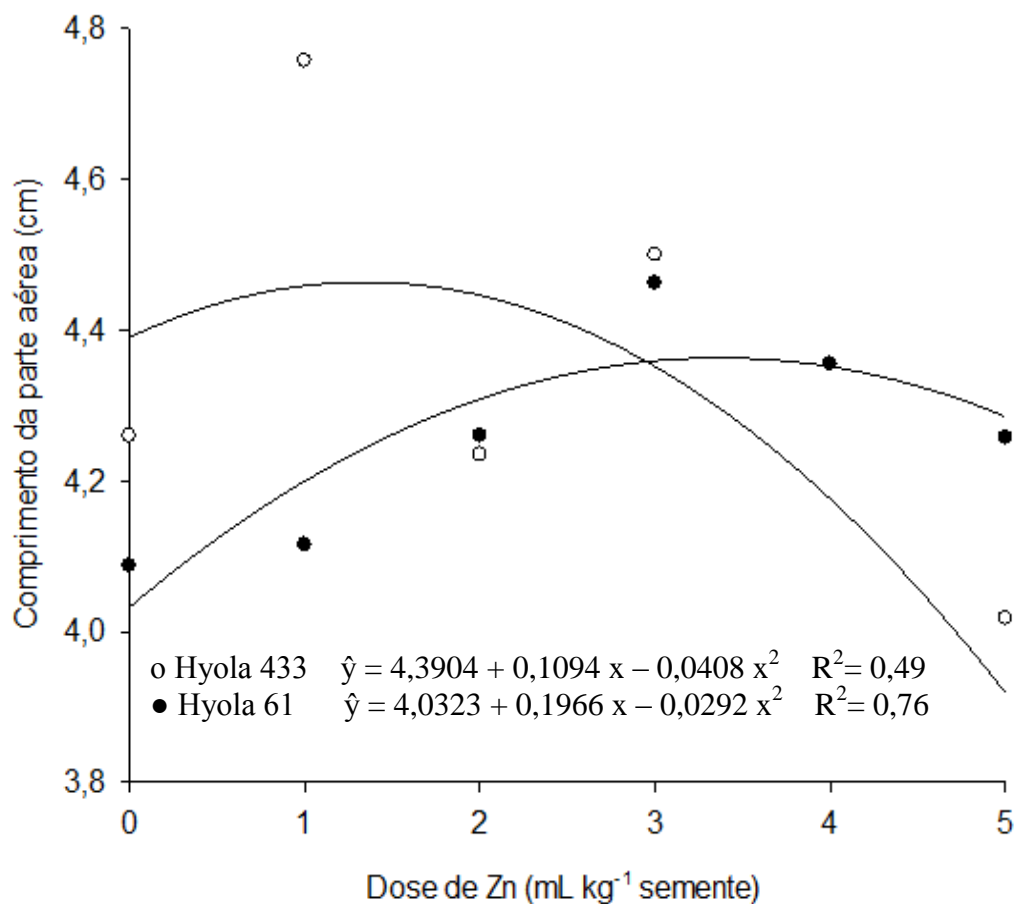


FIGURA 7- Comprimento parte aérea de plântulas de canola em função das doses de zinco aplicadas via tratamento de sementes, cultivares Hyola 61 e Hyola 433.

A cultivar Hyola 61 apresentou relação mais estreita com a dosagem de zinco quanto ao comprimento de parte aérea de plântula, onde a equação de segundo grau explicou 76% dos resultados, enquanto que para a cultivar Hyola 433 justificou somente 46%. Avaliando o comportamento da cultivar Hyola 61, nota-se que a melhor dose em valor absoluto foi a de 3 mL, com a qual houve um incremento de 9,16% em relação à testemunha, sendo que com as doses de 4 e 5 mL houve um leve decréscimo.

Em relação a Hyola 433, pode-se concluir que a melhor dose foi a de 1 mL, pois propiciou um aumento de 10,16% em relação à testemunha quanto ao comprimento de plântulas. Presume-se que os incrementos ocorridos advindos das doses de zinco, podem estar relacionados à participação deste na rota metabólica do triptofano para ácido indolacético (AIA), cujo é a principal auxina do crescimento

(TAIZ; ZEIGER, 2010). No entanto, nas doses de 2, 4 e 5 mL houve decréscimo no comprimento da parte aérea de plântula em relação à testemunha. De maneira semelhante, Funguetto ao aplicar doses de 0,67 e 0,77 g Zn kg⁻¹ de sementes verificou uma diminuição no comprimento da parte aérea de 7 e 13% respectivamente, comparado a dose de 0,57 g Zn kg⁻¹ de sementes.

Prado et al. (2008) verificaram que ao aplicar zinco na forma de sulfato houve maior acúmulo deste nutriente na parte aérea, podendo dessa forma relacionar ao possível decréscimo do comprimento da parte aérea encontrado, presumindo-se que os níveis acumulados causaram toxicidade as plântulas.

Quanto ao comprimento da raiz primária, não houve interação entre os fatores. No entanto, houve diferença significativa tanto para o fator cultivares quanto para o fator doses de zinco. Conforme apresentado na Tabela 2, a cultivar Hyola 433 foi mais responsiva à aplicação de zinco para esta variável, apresentando aumento de 5,8% na média do comprimento da raiz primária em relação a cultivar Hyola 61, demonstrando que características genéticas podem influenciar na resposta.

TABELA 2- Comprimento raiz primária de plântulas de canola, cultivar Hyola 61 e Hyola 433, obtidas em função do tratamento de sementes com zinco.

Cultivar	Comprimento da raiz primária de plântulas (cm)						Média
	T1 (0 mL)	T2 (1 mL)	T3 (2 mL)	T4 (3 mL)	T5 (4 mL)	T6 (5 mL)	
Hyola 61	4,7	5,1	4,7	5,1	5,1	5,6	5,1 b
Hyola 433	4,1	5,7	5,7	5,9	6,3	5,5	5,5 a
CV(%)							11,9

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As médias do comprimento radicular foram ajustadas a equações de segundo grau, conforme pode ser visualizado na Figura 8. Observa-se que as duas cultivares tiveram comportamento distintos, sendo que a dose de 4 mL propiciou melhor desempenho em relação à testemunha (35%) para a cultivar Hyola 433, enquanto que para a cultivar Hyola 61 a melhor dose foi a de 5 mL, incrementando 16,6% em relação à testemunha. O aumento no comprimento de raiz devido à aplicação de Zn, provavelmente se deva ao fato deste elemento ser necessário para a síntese do

aminoácido triptofano, precursor do fitohormônio auxina, responsável principalmente pela diferenciação e alongamento das células da raiz.

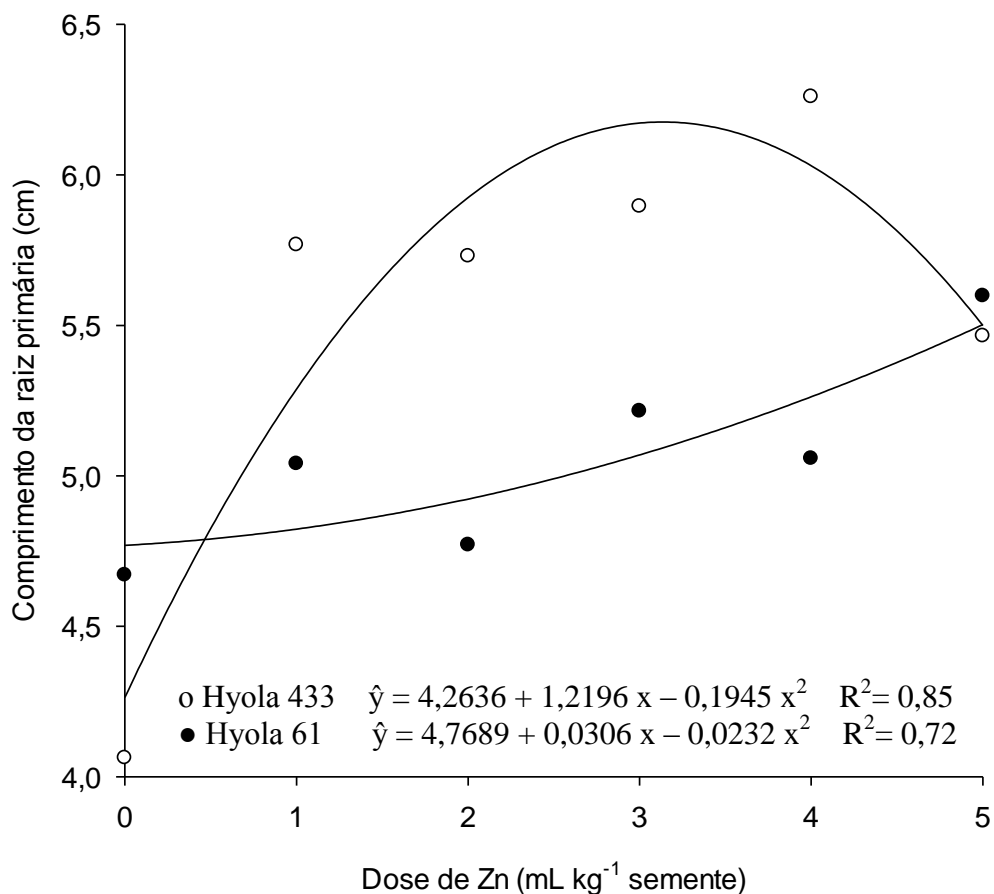


FIGURA 8- Comprimento da raiz primária de plântulas de canola em função das doses de zinco aplicadas via tratamento de sementes, cultivares Hyola 61 e Hyola 433.

4.1.3 Efeito das doses de zinco na produção de matéria seca das plântulas

De acordo com os resultados obtidos, constatou-se que houve interação entre os fatores para a variável matéria seca de plântulas (Tabela 6). Igualmente, Slaton et al. (2001) observaram aumento de até 79,2% na produção de matéria seca da raiz de plantas de arroz submetidas a 4,7 g de Zn kg⁻¹ de sementes. No entanto, resultados opostos foram encontrados por Bonnacarrère et al. (2003) e Prado et al. (2008), os quais concluíram que as doses de zinco de 0 a 1,33 g kg⁻¹ de semente e 0 a 8,0 g de sulfato de zinco kg⁻¹ de semente utilizadas em sua pesquisa nas

sementes de arroz e trigo, respectivamente, não incrementaram a produção de matéria seca da parte aérea.

TABELA 3- Matéria seca de plântulas de canola, cultivar Hyola 61 e Hyola 433, obtidas em função do tratamento de sementes com zinco.

Matéria seca (mg plântula ⁻¹)							
Cultivar	T1 (0 mL)	T2 (1 mL)	T3 (2 mL)	T4 (3 mL)	T5 (4 mL)	T6 (5 mL)	Média
Hyola 61	2,3 aBC	2,2 bC	2,9 aBC	3,1 bAB	3,4 aA	3,1 aAB	2,8 b
Hyola 433	2,7aB	3,5 aAB	3,5 aAB	3,9 aA	3,1aB	3,1 aB	3,3 a
CV(%)							11,94

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando os resultados da cultivar Hyola 433, pode-se observar que na dose 3 mL, a produção de matéria seca foi superior em 30,05% comparada a testemunha (Tabela 3). No entanto, na dose de 4 mL as plântulas apresentaram redução de 23,7% na matéria seca em relação a dose de 3 mL. Tunes et al. (2011) ao avaliar diferentes dose de zinco (0,1, 2, 3, 4 mL de ZnSO₄ kg⁻¹ de sementes) na produção de massa seca de raízes de plântulas de trigo, constataram o mesmo comportamento, com uma redução de 13,9% na dose de 4 mL em relação a dose de 3 mL. Presume-se que tais reduções estejam associadas ao efeito tóxico do zinco e sua inibição no alongamento radicular, conforme anteriormente relatado, refletindo-se assim em um menor acúmulo de matéria seca.

Em relação a cultivar Hyola 61, houve tendência de incremento neste parâmetro com o aumento das doses, exceto na dose de 1 mL, a qual proporcionou desempenho inferior das sementes em relação à testemunha (6,03%). Diferentemente da cultivar Hyola 433, a dose de 4 mL teve o melhor resultado quando comparada à testemunha (31,37%).

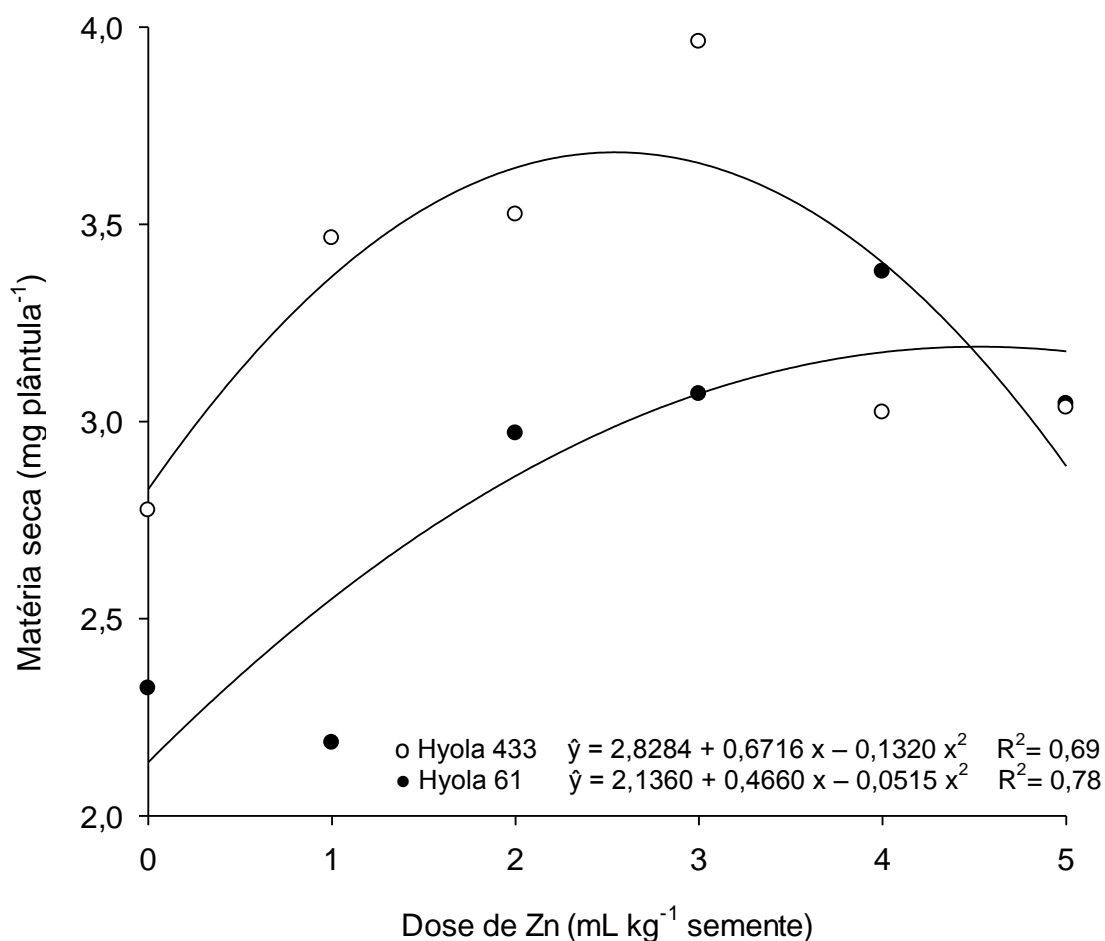


FIGURA 9- Matéria seca de plântulas de canola em função das doses de zinco aplicadas via tratamento de sementes, cultivares Hyola 61 e Hyola 433.

Os comportamentos distintos entre as cultivares, podem estar relacionados ao efeito genótipo, como já foi verificado para sementes de arroz por Fageria e Baligar (2005).

4.1.4 Efeito das doses de zinco no envelhecimento acelerado

Os resultados relacionados à porcentagem de plântulas normais após o envelhecimento acelerado estão apresentados na Figura 10, salienta-se que não houve ajuste à nenhuma equação. Verificou-se que não houve interação entre as doses de zinco e cultivares na porcentagem de plântulas normais, do mesmo modo que não houve efeito significativo para o fator cultivar. No entanto, para o fator doses de zinco, houve efeito significativo, sendo que para ambas cultivares, Hyola 61 e

Hyola 433, a dose que se apresentou superior as outras, foi a de 2 mL. Contrariamente, Tavares et al.(2013), ao tratar sementes de trigo com produto formulado a base de zinco verificou que não houve diferença significativa após o envelhecimento acelerado.

Este parâmetro revelou efeito benéfico do tratamento com 2 mL de produto, o qual propiciou incremento do potencial fisiológico das sementes, expresso pela elevada capacidade de germinação em condição de estresse. Além disso, as reduções ocasionadas a partir da dose de 3 mL correlacionam-se aos demais, apontando um suposto efeito de toxicidade do zinco, como relatado anteriormente.

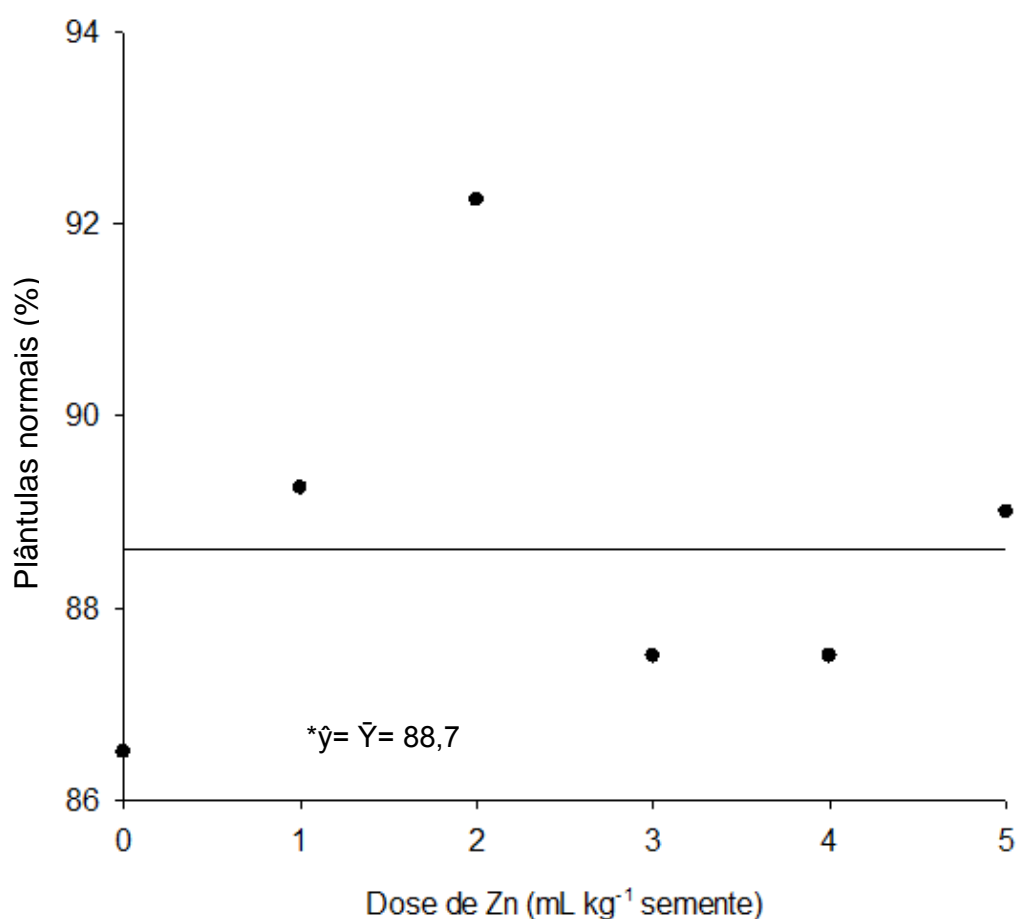


FIGURA 10- Porcentagem de plântulas normais de canola após envelhecimento acelerado, em função das doses de zinco aplicadas via tratamento de sementes, cultivares Hyola 61 e Hyola 433.*Não houve ajuste de equação.

4.2 Efeito das doses de zinco na emergência e estabelecimento inicial de plantas

4.2.1 Emergência e velocidade de emergência

Em relação a emergência de plantas em vasos observou-se que houve efeito significativo somente para o fator doses de zinco no percentual de plantas emergidas (Figura 11). Nota-se que os melhores resultados ocorreram nos tratamentos de 2 mL e 3 mL, ambas com a mesma porcentagem de plantas emergidas (90,7%), incrementando 16,9% em relação à testemunha.

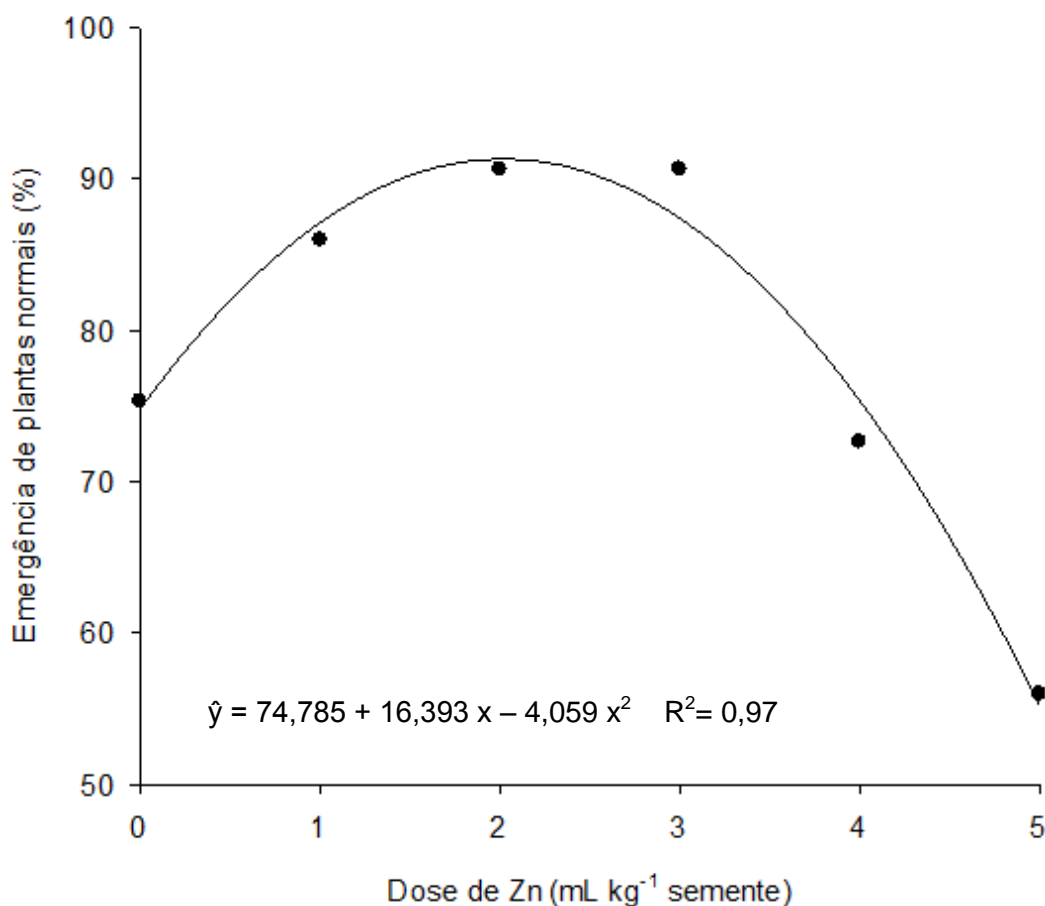


FIGURA 11- Porcentagem de plantas emersas de canola aos 30 dias após a semeadura, em função das doses de zinco aplicadas via tratamento de sementes, cultivares Hyola 61 e Hyola 433.

De forma geral, pode-se inferir que o tratamento de sementes com zinco influenciou a emergência de plantas de canola, sendo que esta diferença positiva encontrada nas doses de 2 e 3 mL, quando comparada à testemunha, podem estar relacionadas a potencialização da produção do hormônio de crescimento (auxina) pelo zinco, como já discutido anteriormente. Além disso, esse aumento torna-se importante em cultivos comerciais de canola, pois refletirá em maior população e

uniformidade de estande no campo, podendo, com isso, aumentar a produtividade e a qualidade de grãos e sementes.

Contudo, observa-se que houve decréscimo na emergência a partir da dose de 3 mL, sendo que na dose de 5 mL o percentual de plantas emersas diminuiu 25,7% em relação à testemunha. Possivelmente este resultado esteja relacionado com algum efeito fitotóxico, como anteriormente relatado.

O teste de emergência de plântulas estima o desempenho das sementes e lotes em condições variadas de ambiente, auxiliando a definir o potencial fisiológico de sementes (MENEZES et al., 2007). Neste íterim, Marcos Filho (1999) define o teste de emergência de plântulas como um indicador da eficiência dos testes para avaliação do potencial fisiológico de sementes.

No que diz respeito à variável velocidade de emergência, houve diferença significativa somente para o fator doses de zinco, onde a dose de 2 mL apresentou o melhor desempenho, sendo superior em 20,1% quando comparada à testemunha (Figura 12). Ribeiro et al. (1994) estudando o efeito da aplicação de zinco (2,5 g Zn por kg de semente) sobre sementes de milho, utilizando diferentes fontes do elemento, verificaram aumento do índice de velocidade de emergência das plântulas com a aplicação de Zn às sementes.

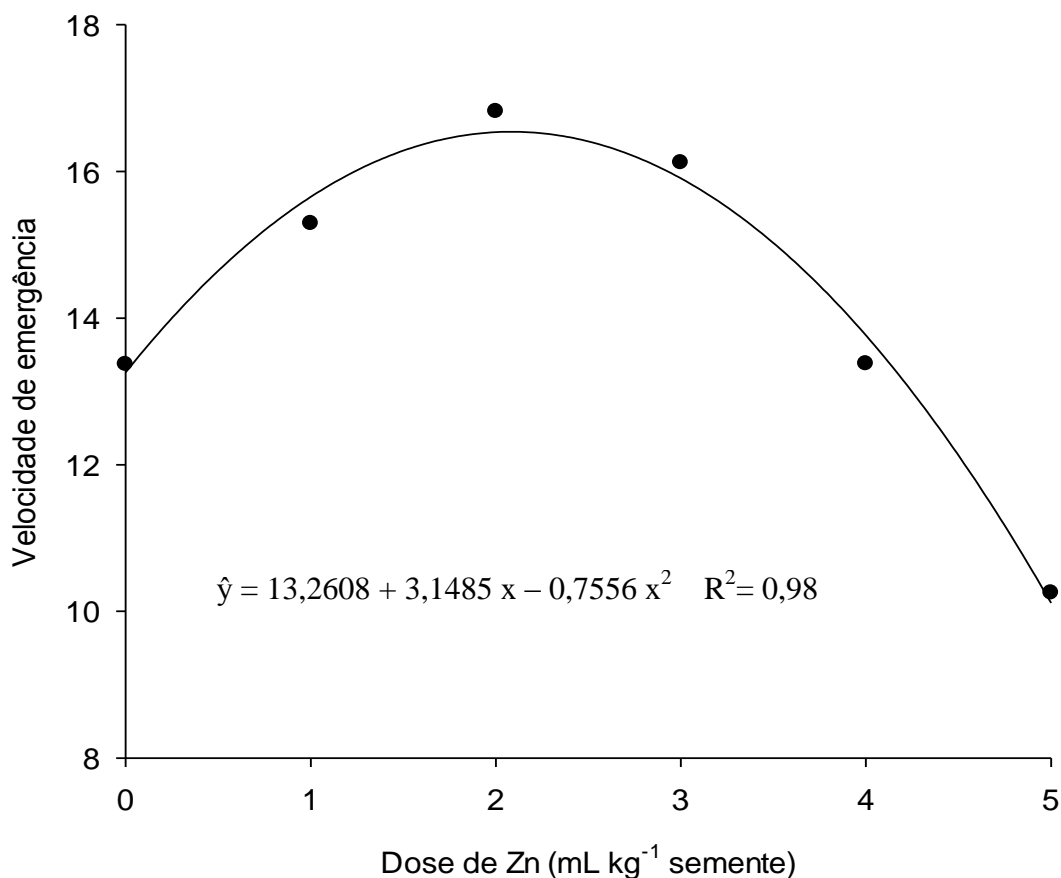


FIGURA 12- Velocidade de emergência de plantas de canola aos 30 dias após a semeadura em função das doses de zinco aplicadas via tratamento de sementes, cultivares Hyola 61 e Hyola 433.

Entretanto, observa-se, que houve redução da velocidade de emergência a partir da dose de 3 mL, condizendo com os resultados encontrados na emergência. Li et al. (2012) encontraram resultados semelhantes ao tratar semente de trigo com zinco (3mM), atribuindo essa redução as concentrações altas de zinco próximas as raízes, ocasionando lignificação das mesmas.

4.2.2 Comprimento da parte aérea e de raiz de plantas

Em relação ao comprimento da parte aérea de plantas, houve interação entre os fatores doses e cultivares, da mesma forma que ocorreu nos testes realizados nos laboratório (Tabela 4).

TABELA 4- Comprimento parte aérea de plantas de canola aos 30 dias após a semeadura, cultivares Hyola 61 e Hyola 433, obtidas em função do tratamento de sementes com zinco.

Comprimento parte aérea (cm)						
Cultivar	T1 (0 mL)	T2 (1 mL)	T3 (2 mL)	T4 (3 mL)	T5 (4 mL)	T6 (5 mL)
Hyola 61	10,4 aA	9,1 aA	9,2 aA	7,2 bA	9,7 aA	10,5 aA
Hyola 433	6,4 bC	8,5 aBC	11,0 aAB	12,6 aA	9,8 aABC	6,8 bC
CV(%)						17,3

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Como se pode observar na Figura 13, os melhores resultados obtidos para a Hyola 433 foram na dose de 3 mL, a qual propiciou um incremento de 49% no comprimento em relação a testemunha. Ressalta-se que a dose de 4 mL, apresentou um decréscimo de 24,4% no comprimento da parte aérea em relação a dose anterior, no entanto se manteve com valores acima da testemunha.

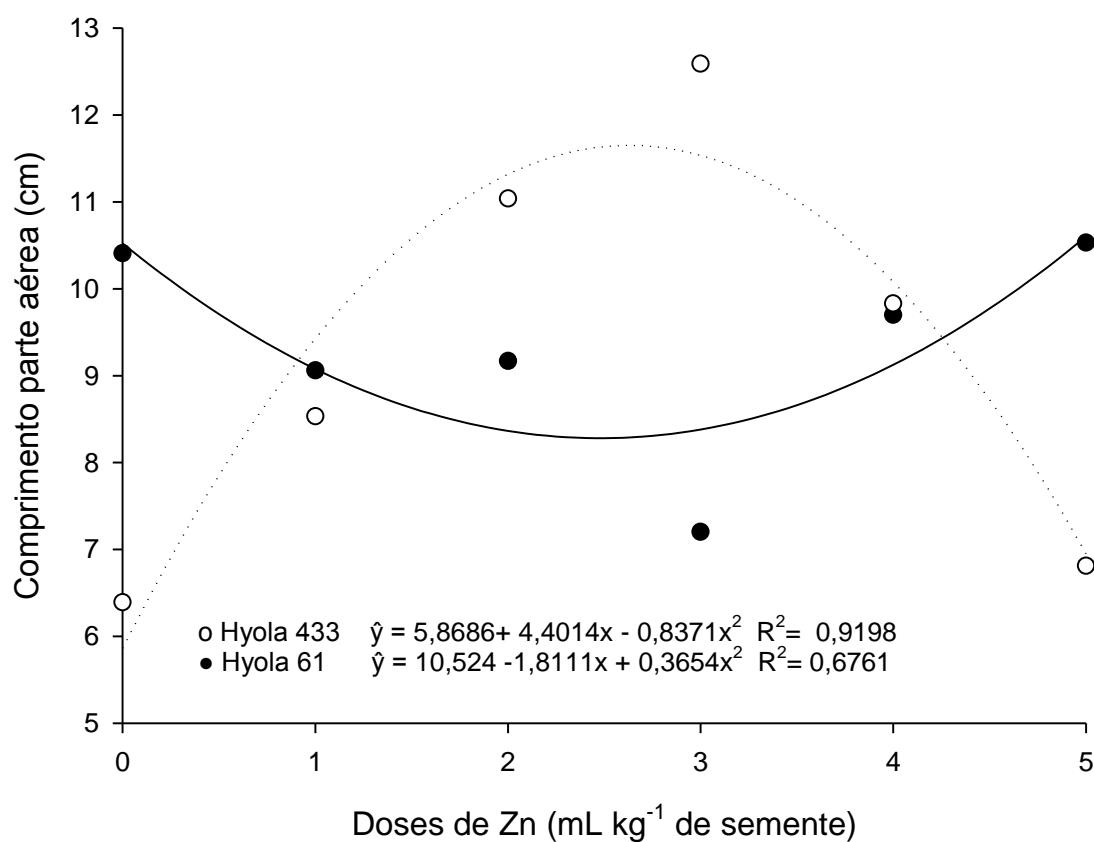


FIGURA 13- Comprimento da parte aérea de plantas de canola aos 30 dias após a semeadura em função das doses de zinco aplicadas via tratamento de sementes, cultivares Hyola 61 e Hyola 433.

Para a cultivar Hyola 61, as diferenças foram pouco expressivas, sendo que a melhor dose 5 mL, propiciou incremento de apenas 1,4% em relação à testemunha. Além disso, as demais doses tiveram desempenho inferior quando comparadas à testemunha.

Albuquerque et al. (2010) explicam que em níveis excedentes no ambiente, o zinco afeta o crescimento e o metabolismo normal das espécies vegetais, dessa forma, podendo causar efeitos tóxicos.

Avaliando o parâmetro comprimento de raiz, a análise da variância revelou significância quanto à interação entre os fatores. Neste contexto, a cultivar Hyola 61 apresentou comprimento de raiz 12,2% superior a Hyola 433 (TABELA 5).

TABELA 5- Comprimento raiz de plantas de canola aos 30 dias após a semeadura, cultivares Hyola 61 e Hyola 433, obtidas em função do tratamento de sementes com zinco.

Cultivar	Comprimento raiz (cm)						Média
	T1 (0 mL)	T2 (1 mL)	T3 (2 mL)	T4 (3 mL)	T5 (4 mL)	T6 (5 mL)	
Hyola 61	4,1 aB	4,7 aAB	4,8 aAB	4,8aAB	4,8 aAB	5,4aA	4,8 a
Hyola 433	3,6 aB	4,2aAB	4,2 aB	5,3 aA	3,7 bB	4,0 bB	4,2 b
CV(%)							11,94

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Todavia, quando da análise de regressão para o fator doses de Zn não houve ajuste a nenhuma equação para a cultivar Hyola 61, diferindo da cultivar Hyola 433 que se ajustou a uma equação de segundo grau (FIGURA 14).

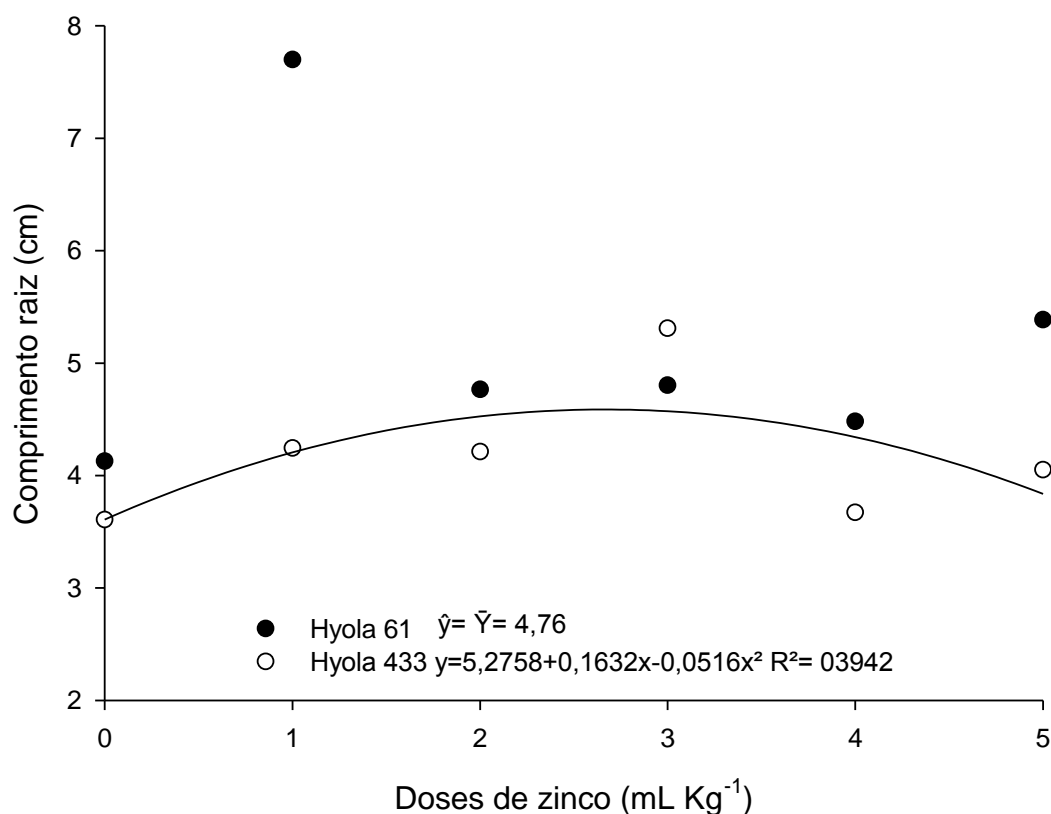


FIGURA 14- Comprimento da raiz de plantas de canola aos 30 dias após a semeadura em função das doses de zinco aplicadas via tratamento de sementes, cultivares Hyola 61 e Hyola 433.

Além disso, é possível observar que a melhor dose para a cultivar Hyola 433 foi a de 3 mL, diferindo do resultado encontrado no laboratório. Esse fato pode estar associado à interação com fatores ambientais.

4.2.3 Matéria seca das plantas

A avaliação da matéria seca de plantas constatou que houve interação entre os fatores, além de diferença significativa para o fator cultivares, destacando-se a cultivar Hyola 433, tendo um acúmulo de matéria seca 17,85% superior a Hyola 61 (Tabela 6).

TABELA 6- Matéria seca de plantas de canola aos 30 dias após a semeadura, cultivares Hyola 61 e Hyola 433, obtidas em função do tratamento de sementes com zinco.

Cultivar	Matéria seca (g planta ⁻¹)						Média
	T1 (0 mL)	T2 (1 mL)	T3 (2 mL)	T4 (3 mL)	T5 (4 mL)	T6 (5 mL)	
Hyola 61	0,06 aB	0,07 aAB	0,08 bAB	0,10 bAB	0,11 aAB	0,14 aA	0,09 b
Hyola 433	0,07 aC	0,09 aBC	0,14 aAB	0,17 aA	0,14 aAB	0,08 bBC	0,11a
CV(%)							27

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Como pode ser visualizado na Figura 15, ambas cultivares adequaram-se a equações, sendo que a Hyola 61 foi melhor representada por uma equação de primeiro grau crescente, apresentando desta forma, acréscimo nos valores de matéria seca à medida que se elevou as doses de Zn aplicadas via semente, enquanto a Hyola 433 a uma equação de segundo grau.

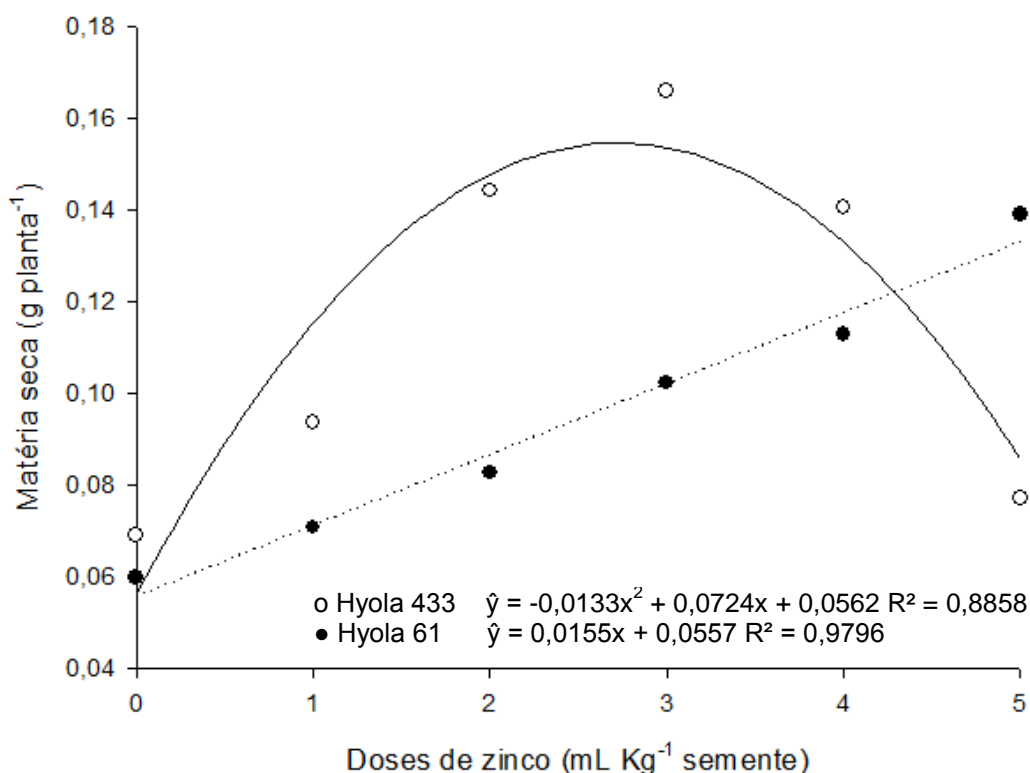


FIGURA 15- Matéria seca de plantas de canola aos 30 dias após a semeadura em função das doses de zinco aplicadas via tratamento de sementes, cultivares Hyola 61 e Hyola 433.

Para a cultivar Hyola 61 a melhor dose foi a de 5 mL onde houve um acréscimo de 57,1% em relação à testemunha, contrapondo-se da cultivar Hyola 433 a qual teve o menor desempenho ao receber a dose de 5 mL. Conforme Funguetto et. al, (2010) pressupõem-se que os incrementos na matéria seca advindos do tratamento com zinco estão ligados ao envolvimento deste nutriente em diversas rotas metabólicas promotoras do crescimento de plantas, provocando assim um acréscimo na área fotossintetizante ativa.

As melhores respostas ao tratamento de sementes de zinco para a cultivar Hyola 433 foram obtidos na dose de 3 mL a qual proporcionou um aumento de 58,4% na matéria seca de plântulas em relação as sementes não tratadas. Ressalta-se que esse comportamento foi semelhante aos resultados obtidos nos testes de laboratório, inclusive no que tange ao decréscimo da matéria seca nas doses de 4 e 5 mL.

O tratamento de sementes com zinco mostrou-se uma alternativa promissora para o cultivo de canola, podendo com isso, suprir deficiências nas fases iniciais ou,

até mesmo, melhorar o desenvolvimento da cultura. Além disso, a partir do tratamento de sementes com zinco é possível se obter a máxima expressão de qualidade fisiológica das sementes.

Em síntese, verificou-se neste trabalho que a aplicação de 2 mL de produto formulado possibilitou incrementos relacionados à germinação e no potencial fisiológico de sementes, constatado por meio da primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação e envelhecimento acelerado.

O estabelecimento inicial de plantas foi favorecido com a aplicação de 2 mL para as variáveis relacionadas a emergência e velocidade de emergência de plantas. Em relação ao comprimento da parte aérea e raiz de planta, doses de 1 a 5 mL auxiliaram em melhores respostas, havendo diferença na utilização do zinco pelas cultivares. A matéria seca foi favorecida com a aplicação de 3 mL para a cultivar Hyola 433 e 5 mL para a cultivar Hyola 61.

5 CONCLUSÃO

O tratamento de sementes com a dose de 2 mL Kg⁻¹ do produto Quimifol Seed 78 influencia positivamente a germinação e o potencial fisiológico de sementes de canola, assim como o estabelecimento inicial e velocidade de emergência de plantas.

6 REFERÊNCIAS

ABREU, C.A.; LOPES, A.S.; SANTOS, G.C.G. **Micronutrientes**. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (eds). Fertilidade do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, p. 645-736.

ACCIOLY, A.M.A.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; MOREIRA, F.M.S. Amenização do calcário na toxidez de zinco e cádmio para mudas de *Eucalyptus camaldulensis* cultivadas em solo contaminado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.4, p.775-783, 2004.

ALBUQUERQUE, K.A.D.; OLIVEIRA, J.A.; SILVA, P.A; VEIGA, A.D; CARVALHO, B.O; ALVIM, P.O. Armazenamento e qualidade de sementes de tomate enriquecidas com micronutrientes e reguladores de crescimento. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.1, p.20-28, 2010.

ARAÚJO, E. O.; CAMACHO, M. A.; SANTOS, E. F.; CÂMARA, A. P.; OLIVEIRA, L. P. Estado nutricional do algodoeiro cultivado sob diferentes concentrações de boro e zinco. In: Congresso brasileiro do algodão, 8; 2011, São Paulo. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2011.

BONNECARRÈRE, R.A.G.; LONDERO, F.A. A.; SANTOS, O; SCHMIDT, D.; PILAU, F.G.; MANFRON, P.A.; DOURADO-NETO, D. Resposta de genótipos de arroz irrigado à aplicação de zinco. **Revista Faculdade Zootecnia Veterinária e Agronomia**, v.10, n.1, p.214- 222, 2003.

BRASIL. Lei número 10.711, de 5 de agosto de 2003. Brasília, DF, 5 agosto de 2003.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009, 399p.

CANOLA COUNCIL OF CANADA. **Canola growers manual**. Winnipeg, 2013. Disponível em: <http://www.canolacouncil.org/crop-production/canola-grower's-manual>. Acessado em 16 de agosto de 2013.

CARROW, R.N.; WADDINGTON, D.V.; RIEKE, P.E. **Turfgrass soil fertility and chemical problem: assessment and management**. Chelsea: Ann Arbor, 2001. 400p.

CATLETT, K.M.; HEIL, D.M.; LINDSAY, W.L.; EBINGER, M.H. **Soil chemical properties controlling zinc²⁺ activity in 18 Colorado soils**. Soil Science Society of America Journal, v.66, n.4, p.1182-1189, 2002.

CONAB. **Área, produção e rendimento de canola no Brasil, total e por estado**. Brasília, DF, 2013. Disponível em <http://www.conab.gov.br>. Acessado em 08 de junho de 2013.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre, SBCS - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400p.

CASTRO, A.M.C; BOARETTO, A. Teores e acúmulo de nutrientes em função da população de plantas de canola. **Revista Scientia Agraria**, v.5, n.1, p.95-101, 2004.

FAGERIA, N.K. Níveis adequados e tóxicos de zinco na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.4, n.3, p.390-395, 2000.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Growth components and zinc recovery efficiency of upland rice genotypes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.12, p.1211-1215, 2005.

FAO. Soil Map of the World, Revised Legend. World Soil Resources Report 60, FAO, Rome, 1990. 119p.

FAROOQ, M.; WAHID, A.; SIDDIQUE, K.H.M. Micronutrient application through seed treatments - a review. **Journal of soil science and plant nutrition**, v.12, n.1, p.125-142, 2012.

FUNGUETTO, C.I.; BAUDET, L.; PESKE, S.T.; VAHL, L.C. Recobrimento de Sementes de arroz irrigado com polímero e micronutriente zinco. In: XIV Congresso Brasileiro de Sementes. **Informativo ABRATES**, v.15, n.1, 2, 3, 2005.

FUNGUETTO, C.I.; PINTO, J.F.; BAUDET, L.; PESKE, S.T. Desempenho de sementes de arroz irrigado recobertas com zinco. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.2, p.117-115, 2010.

FURLANI, A.M.C. **Nutrição mineral**. In: KERBAUY, G.B. Fisiologia vegetal. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004, p. 40-75.

FURLANI, A.M.C; FURLANI, P.R; MEDA, A.R.; DUARTE, A.P. Efficiency of maize cultivars for zinc uptake and use. **Revista Scientia Agricola**, v.62, n.3, p.264-273, 2005.

GARCÍA, E.R. **Manual de producción canola**. Puebla: Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla, 2007. Disponível em: <<http://www.sdr.gob.mx/Contenido/Cadenas%20Productivas/DOCUMENTOS%20CADENAS%20AGROPECUARIAS/agricolas/CANOLA/MANUAL%20DE%20PRODUCCION%20CANOLA.htm>> . Acessado em 13 de agosto de 2013.

GONÇALVES JR., A.C.; PESSOA, A.C.S.; LUCHESE, E.B.; LUCHESE, A.V.; SELINGER, A.L.; MARCON, E.; FRANDOLOSO, J.F.; COTTICA, R.L. Germinação de sementes e desenvolvimento de plantas de milho em resposta ao tratamento com zinco via semente. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 24, 2000, Santa Maria. **Resumos...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. 215p.

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

KIRKBY, E.A.; RÖMHELD, V. **Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade**. Encarte Técnico, informações agronômicas, n.118, 2007. 24p.

LI, X.; YANG, Y. ; ZHANG, J. ; JIA, L.; LI, Q.; ZHANG, T. ;QIAO, L. ; MA, S. Zinc induced phytotoxicity mechanism involved in root growth of *Triticum aestivum* L. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 86, p.198–203, 2012.

LUCHESE, E.B.; FAVER, L.O.B; LENZI, E. **Fundamentos da química do solo**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2002, p.115.

MACHADO, J.C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. UFV: Viçosa - MG, 2000. 138 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. 1 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

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

MARCOS FILHO, J. **Teste de envelhecimento acelerado**. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. cap.3, p.1-24.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995, 889p.

MASUTHI, D.A., VYAKARANAHAL, B.S., DESHPANDE, V.K. Influence of pelleting with micronutrients and botanical on growth, seed yield and quality of vegetable cowpea. **Journal Agric. Sci.** v. 22, n. 4, p. 898–900, 2009.

MENEZES, N.L.; GARCIA, D.C.; BAHRY, C.A.; MATTIONI, N.M. Teste de condutividade elétrica em sementes de aveia preta. **Revista Brasileira de sementes**, v.29, n.2, p.138-142, 2007.

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

NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas**. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p.2:1- 2:21, 1999.

NEVES, R. **Potencial alelopático da cultura da canola (*Brassica napus* L. var. *oleifera*) na supressão de picão-preto (*Bidens* sp.) e soja**. Passo Fundo, 2005. 77p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo.

OHSE, S.; SANTOS, O. S.; MENEZES, N. L.; SCHMIDT, D. Efeito de fontes e doses de zinco sobre a germinação e o vigor de sementes de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.2, p.369-373, 1997.

OHSE, S., SANTOS, O.S., MORODIM, V., MANFRON, P.A. Efeito do tratamento de sementes de arroz irrigado com zinco em relação à aplicação no substrato. **Revista da Faculdade de Agronomia Veterinária e Zootecnia**, v.5/6, n.1, p.35-41, 1999.

OHSE, S.; MARODIM, V.; SANTOS, O.S.; LOPES, S.J.; MANFRON, P.A. Germinação e vigor de sementes de arroz irrigado tratadas com zinco, boro e cobre. **Revista Faculdade Zootecnia Veterinária e Agronomia**, v.7, n.1, p.73-79, 2000.

OSHE, S.; REZENDE, B.L.A.; LISIK, D; OTTO, R.F. Germinação e vigor de sementes de melancia tratadas com zinco. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.2, p.282-292, 2012.

PRADO, R.M.; ROZANE, D.E.; SIMÕES, R.R.; ROMUALDO, L.M. Resposta de plântulas de arroz à aplicação de zinco via semente. **Revista Magistra**, v.20, n.1, p.87-94, 2008.

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

RIBEIRO, N. D.; SANTOS, O.S. Aproveitamento do zinco aplicado na semente na nutrição da planta. **Revista Ciência Rural**, v.26, n.1, p.159-165, 1996.

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

SANTOS, H. C.; VIANA, J. S.; GONÇALVES, E. P.; BRUNO, R. L. A.; FRAGA, V. S. Qualidade fisiológica de sementes de sorgo em resposta a adubação com zinco. **Revista Caatinga**, v.21, n.1, p.64-74, 2008.

SANTOS, H.P. dos; TOMM, G.O.; BAIER, A.C. **Avaliação de germoplasmas de colza (*Brassica napus* L. var. *oleifera*) padrão canola introduzidos no sul do Brasil, de 1993 a 1996, na Embrapa Trigo**. Embrapa Trigo, 2001. p.10. Disponível em<http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/p_sp05_canola_2007.pdf>

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. **Sistema de Assistência Estatística – ASSISTAT versão 7.5 beta**. Departamento de Engenharia Agrícola (DEAG) do CTRN da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande – PB, 2013. <http://www.assistat.com/>. Acessado em 02 setembro 2012.

SLATON, N.S.; WILSON JUNIOR, C.E.; NTAMATUNGIRO, S.; NORMAN, R.J.; BOOTHE, D.L. Evaluation of zinc seed treatments for rice. **Agronomy Journal**, v. 93, n.1, p. 152-157, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 5 edition. 782p. 2010.

TAVARES, L.C.; RUFINO, C. A.; BRUNES, A. P.; FRIEDRICH, F.F.; BARROS, A.S. C.A.; VILLELA, F.A. Physiological performance of wheat seeds coated with micronutrientes. **Journal of Seed Science**, v.35, n., p.28-34, 2013.

TOMM, G.O. **Situação em 2005 e perspectivas da cultura de canola no Brasil e em países vizinhos**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 21p. html (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 26). Disponível: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp26.htm>.

TOMM, G. O. Canola: alternativa de renda e benefícios para os cultivos seguintes. **Revista Plantio Direto**, v.15, n.94, p.4-8, 2006.

TOMM, G. O. **Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 32 p. html.(Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 05). Disponível em <http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/p_sp05_canola_2007.pdf. htm>.

TOMM, G. O.; WIETHÖLTER, S.; DALMAGO, G. A.; SANTOS, H. P. dos. **Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 41 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 113). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do113.htm>.

TROEH, R.F.; THOMPSON, L.M. **Solos e fertilidade do solo**, São Paulo: Andrei, 2007. 717p.

TUNES, M. L.; PEDROSO, D. C.; TAVARES, L.C; BARBIERI, A.P.P.; BARROS, C. S.A.; MUNIZ, M.F.B. Tratamento de sementes de trigo com zinco: armazenabilidade, componentes do rendimento e teor do elemento nas sementes. **Revista Ciência Rural**, v.42, n.7, p. 1141-1146, 2012.

VALLADARES, G.S.; SANTOS, G.C.G; ABREU, C.A; CAMARGO, O. A.; FERRERO, J.P. Zinco total e disponível em amostras de perfis de solos do estado de São Paulo. **Revista Bragantia**, v.68, n.4, p.1105-1114, 2009.