

# REGULADOR DE CRESCIMENTO NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE SEMENTES DE AVEIA-BRANCA<sup>1</sup>

## *Growth Regulator on Yield and Seed Quality of Oat*

KASPARY, T.E.<sup>2</sup>, LAMEGO, F.P.<sup>3</sup>, BELLÉ, C.<sup>4</sup>, KULCZYNSKI, S.M.<sup>5</sup> e PITTOL, D.<sup>5</sup>

RESUMO - A aveia-branca (*Avena sativa*) é uma importante alternativa para cultivos de inverno no sul do Brasil. Contudo, elevados percentuais de acamamento limitam sua produtividade. Nesse contexto, a utilização de reguladores de crescimento pode ser uma opção para evitar o acamamento e obter maior produtividade. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses do regulador de crescimento trinexapac-ethyl sobre as características agrônômicas da aveia-branca, bem como sua influência na qualidade fisiológica e sanitária das sementes. Um experimento foi conduzido em campo, onde foi avaliada a influência de quatro doses de trinexapac-ethyl (0, 50, 100 e 150 g i.a. ha<sup>-1</sup>) sobre a estatura de planta, o diâmetro de colmo, o percentual de acamamento e os componentes do rendimento. Um segundo experimento foi conduzido em laboratório, onde sementes provenientes do estudo em campo foram avaliadas quanto a qualidade fisiológica a partir da mensuração da germinação, primeira contagem da germinação, condutividade elétrica, comprimento e massa de plântulas, envelhecimento acelerado, teste de frio, índice de velocidade de germinação, índice de velocidade de emergência, massa seca de plântulas em campo e sanidade pelo método de Blotter Test. A utilização de doses crescentes de trinexapac-ethyl reduziu de forma quadrática a estatura, bem como o acamamento de plantas de aveia-branca. A dose de 100 g i.a ha<sup>-1</sup> de regulador de crescimento proporcionou os melhores resultados para os componentes de produtividade em *A. sativa*. O uso do trinexapac-ethyl afeta negativamente a germinação e o vigor de sementes de aveia-branca, assim como a sua sanidade, reduzindo a capacidade de estabelecimento e desenvolvimento inicial da cultura.

**Palavras-chave:** *Avena sativa*, trinexapac-ethyl, desempenho produtivo, germinação, vigor, sanidade.

**ABSTRACT** - Oat is an important alternative for growing winter crops in southern Brazil. However, high percentages of lodging limit oat yield. In this context, the use of growth regulators is an option to prevent lodging and to achieve higher productivity. The objective of this study was to evaluate the effect of rates of the trinexapac-ethyl growth regulator on agronomic characteristics of oat, as well as its influence on physiological and health quality of seeds. An experiment was conducted under field conditions, where four doses of trinexapac-ethyl (0, 50, 100 and 150 g a.i. ha<sup>-1</sup>) were evaluated on plant height, stem diameter, percentage of lodging, and yield components. A second experiment was conducted in the laboratory, where seeds from the field study were evaluated for physiological quality based on the measurement of germination, first germination count, electrical conductivity, seedling length and weight, accelerated aging, cold test, speed germination rate, emergency speed rate, seedling dry matter in the field and health by using the "Blotter Test". The use of increasing rates of trinexapac-ethyl decreased quadratically the height as well the lodging of oat plants. The rate of 100 g a.i. ha<sup>-1</sup> of the growth regulator gave the best results for the yield components of *Avena sativa*. The use of trinexapac-ethyl adversely affects the germination and vigor of oat seeds, as well as their health, thus reducing the ability of establishment and initial development of the crop.

**Keywords:** *Avena sativa*, trinexapac-ethyl, productive performance, germination, vigor, sanity.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 15.4.2015 e aprovado em 2.6.2015.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre-RS, Brasil, <tiago\_kaspary@yahoo.com.br>; <sup>3</sup> Embrapa Pecuária Sul - CPPSul, Bagé-RS, Brasil; <sup>4</sup> Universidade Federal de Pelotas - UFPel, Pelotas-RS, Brasil; <sup>5</sup> Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Frederico Westphalen-RS, Brasil.



## INTRODUÇÃO

A aveia-branca (*Avena sativa*) é um cereal que apresenta múltiplos propósitos e pode ser considerada uma importante alternativa para as lavouras de inverno no sul do Brasil. Destaca-se como planta de cobertura de solo no inverno, como forrageira para produção animal e também apresenta elevada produção de grãos, os quais apresentam bons teores de proteínas, vitaminas, minerais e fibras, sendo, assim, também utilizada na alimentação humana (Silva & Ciocca, 2005). A área cultivada com aveia-branca vem crescendo nos últimos anos, aproximando-se de 168 mil hectares em todo o Brasil. O Rio Grande do Sul é o principal produtor, com cerca de 102 mil hectares cultivados e produtividade aproximada de 2.700 kg ha<sup>-1</sup> (Conab, 2014).

Os genótipos tradicionais de aveia-branca foram selecionados por muitos anos por sua habilidade de crescer rapidamente nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta, permitindo elevada capacidade de competição com as plantas daninhas (Silva et al., 2005). Contudo, quando os cultivos são realizados em altas densidades de plantas e com elevadas doses de nitrogênio, problemas como o acamamento das plantas são frequentes. Esse fator acarreta dificuldades na colheita mecanizada, além de prejuízos à qualidade das sementes e ao potencial produtivo da cultura (Zagonel & Fernandes, 2007). Nesse contexto, tornou-se prática comum para controle do acamamento a redução na aplicação de fertilizantes nitrogenados e, ou, o uso de cultivares resistentes (Buzetti et al., 2006). No entanto, outra prática que pode ser empregada no controle do acamamento é a utilização de reguladores de crescimento (Espindula et al., 2010).

Os reguladores de crescimento são compostos químicos que vêm sendo amplamente usados como solução para o acamamento de plantas na cultura do trigo, sem provocar diminuição do rendimento de sementes (Rodrigues et al., 2003). Um dos principais reguladores de crescimento utilizados em cereais de inverno no Brasil é o trinexapac-ethyl, que promove redução acentuada do comprimento do caule (Fagerness & Penner, 1998) e, conseqüentemente, da altura da planta, evitando o acamamento (Amrein et al., 1989). O trinexapac-ethyl atua nas plantas, reduzindo

a alongação celular no estágio vegetativo e obstruindo a biossíntese do ácido giberélico (Heckman et al., 2002).

Na cultura do trigo (*Triticum aestivum*), os reguladores de crescimento já são largamente utilizados para evitar o acamamento e não apresentam redução na produtividade (Espindula et al., 2010; Pagliosa et al., 2013). Nesse sentido, a utilização do regulador de crescimento trinexapac-ethyl tem se mostrado eficiente na redução da estatura das plantas e melhoria da arquitetura foliar de trigo, além do aumento do diâmetro de colmo, diminuindo o acamamento e otimizando o uso da radiação solar, com aumento da produtividade (Zagonel & Fernandes, 2007). Lozano et al. (2002) relatam ainda que aplicações de trinexapac-ethyl em plantas de trigo que se apresentavam no estágio entre o primeiro nó visível e o segundo perceptível no colmo (estádios 31 e 32 da escala de Zadoks et al., 1974) provocavam mudanças na densidade de espigas devido ao desenvolvimento dos afilhos, aumentando a produção do trigo. Dessa forma, a ausência do acamamento proporciona ganhos em produtividade, qualidade e sanidade dos grãos produzidos.

No Brasil, o trinexapac-ethyl está registrado no MAPA para uso nas culturas de trigo, cevada e cana-de-açúcar (AGROFIT, 2014). Para a cultura da aveia-branca, os estudos com regulador de crescimento são escassos, evidenciando a importância de se estudar o efeito desses produtos sobre características morfológicas e produtivas da cultura.

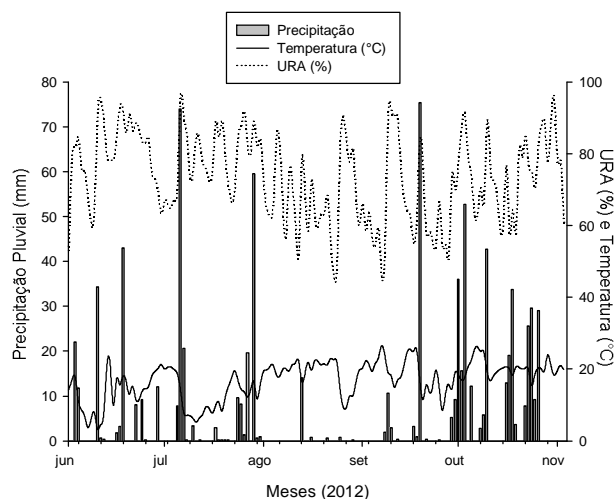
O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses do regulador de crescimento trinexapac-ethyl sobre as características agronômicas da aveia-branca e sua influência na qualidade fisiológica e sanitária das sementes desse cereal.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido em duas etapas, sendo a primeira conduzida em área agrícola do Colégio Agrícola de Frederico Westphalen - CAFW/UFSM no ano de 2012 e a segunda no Laboratório de Produção e Tecnologia de Sementes do Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais da UFSM, Campus de Frederico Westphalen, em janeiro de 2013.

A área agrícola utilizada para condução do experimento tem histórico de cultivo sob sistema de semeadura direta, sendo a soja a cultura antecessora quando da instalação do estudo, em 2012. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, o qual apresentou teor de argila de 61%; pH em água de 5,1; P-Mehlich, 18,2 mg dm<sup>-3</sup>; potássio, 122 mg dm<sup>-3</sup>; e matéria orgânica, 4,0%. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições. Os dados de temperatura média diária, umidade relativa da atmosfera e precipitação referentes ao período de desenvolvimento da cultura encontram-se na Figura 1. Os tratamentos utilizados consistiram de quatro doses do regulador de crescimento: 0 (testemunha), 0,5, 1 e 1,5 vezes a dose recomendada de trinexapac-ethyl para a cultura do trigo, correspondendo a 0, 50, 100 e 150 g i.a. ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

O cultivar de aveia-branca utilizado no experimento foi o URS Guapa, que apresenta estatura média. A semeadura foi feita manualmente em linhas espaçadas de 17 cm, com densidade de 300 sementes m<sup>-2</sup>. As parcelas apresentaram dimensões de 2,5 x 2,5 m (6,25 m<sup>2</sup>), com área útil de 3 m<sup>2</sup>. Na semeadura foi usada adubação de base, definida conforme análise de solo, utilizando-se 250 kg ha<sup>-1</sup> de adubo comercial da formulação 5-20-20 (N-P-K)



**Figura 1** - Dados de precipitação pluvial (mm dia<sup>-1</sup>), umidade relativa da atmosfera (URA%) e temperatura média diária (°C) ocorridas durante o período de desenvolvimento da aveia-branca. UFSM, Frederico Westphalen-RS, 2012/13.

e aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> de ureia em cobertura, nas épocas de afilhamento (100 kg ha<sup>-1</sup>) e na sétima folha completa expandida (100 kg ha<sup>-1</sup>).

Os tratamentos correspondentes às doses do regulador de crescimento foram aplicados com pulverizador costal, à pressão constante e pressurizado por CO<sub>2</sub>, com pontas de jato leque XR11002 VS, espaçadas de 0,5 m. O volume de calda foi de 200 L ha<sup>-1</sup>. O estágio de aplicação foi o de alongação da aveia-branca, ou seja, quando a cultura apresentou o primeiro nó visível no colmo principal, com porte aproximado de 20 a 30 cm de altura, em uma única aplicação. Concomitantemente ao desenvolvimento da aveia-branca, todos os tratos culturais necessários foram adotados.

As variáveis mensuradas no estudo de campo foram: estatura de plantas (cm), diâmetro do colmo (mm), percentual de acamamento (atribuindo-se notas com valores de 0 (sem acamamento) a 100% (acamamento total da parcela), considerando como planta acamada aquela que se encontrava com inclinação igual ou inferior a 45° em relação ao solo, número de panículas por m<sup>2</sup>, número de sementes por panícula, massa de mil sementes (Brasil, 2009) e rendimento de grãos (kg ha<sup>-1</sup>).

Após a colheita, as sementes foram acondicionadas em sacos de papel e alocadas em geladeira até sua utilização nas avaliações em laboratório. Na avaliação da qualidade fisiológica das sementes de aveia-branca foram consideradas as seguintes variáveis: germinação (Brasil, 2009); primeira contagem de germinação (Krzyzanowski et al., 1999); teste de condutividade elétrica (Krzyzanowski et al., 1999); comprimento total, radicular e aéreo da plântula (Nakagawa, 1999); massa fresca e massa seca de plântulas (Nakagawa, 1999); teste de envelhecimento acelerado (Marcos Filho, 1999); teste de frio sem solo (Krzyzanowski et al., 1999); índice de velocidade de germinação (IVG) (Maguire, 1962); índice de velocidade de emergência (IVE) (Maguire, 1962); matéria seca de plântulas em campo (Nakagawa, 1999); e qualidade sanitária pelo método do Blotter Test (Coutinho et al., 2007).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, através do programa

estatístico SISVAR (Ferreira, 2011); havendo significância estatística, os dados foram ajustados a modelos lineares a 5% de probabilidade, com auxílio do programa SigmaPlot 10.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstraram efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ) para dose de trinexapac-ethyl sobre o desempenho de aveia-branca, bem como para qualidade fisiológica e sanidade de sementes (Figuras 2, 3, 4 e 5). A variável estatura de planta apresentou comportamento oposto ao aumento das doses crescentes de trinexapac-ethyl utilizadas; para a dose superior do produto, houve redução de 60% na estatura de planta da aveia-branca (Figura 2A). Esses resultados são corroborados por aqueles observados por Guerreiro & Oliveira (2012), que constataram redução de cerca de 50% na estatura da aveia-branca quando da dose de 175 g i.a. ha<sup>-1</sup> de trinexapac-ethyl, em comparação com a testemunha sem utilização do regulador de crescimento. Resultados semelhantes foram relatados para a cultura do trigo, que, para a dose de 210 g i.a. ha<sup>-1</sup> de redutor de crescimento, teve sua estatura reduzida em cerca de 30 cm (Pagliosa et al., 2013).

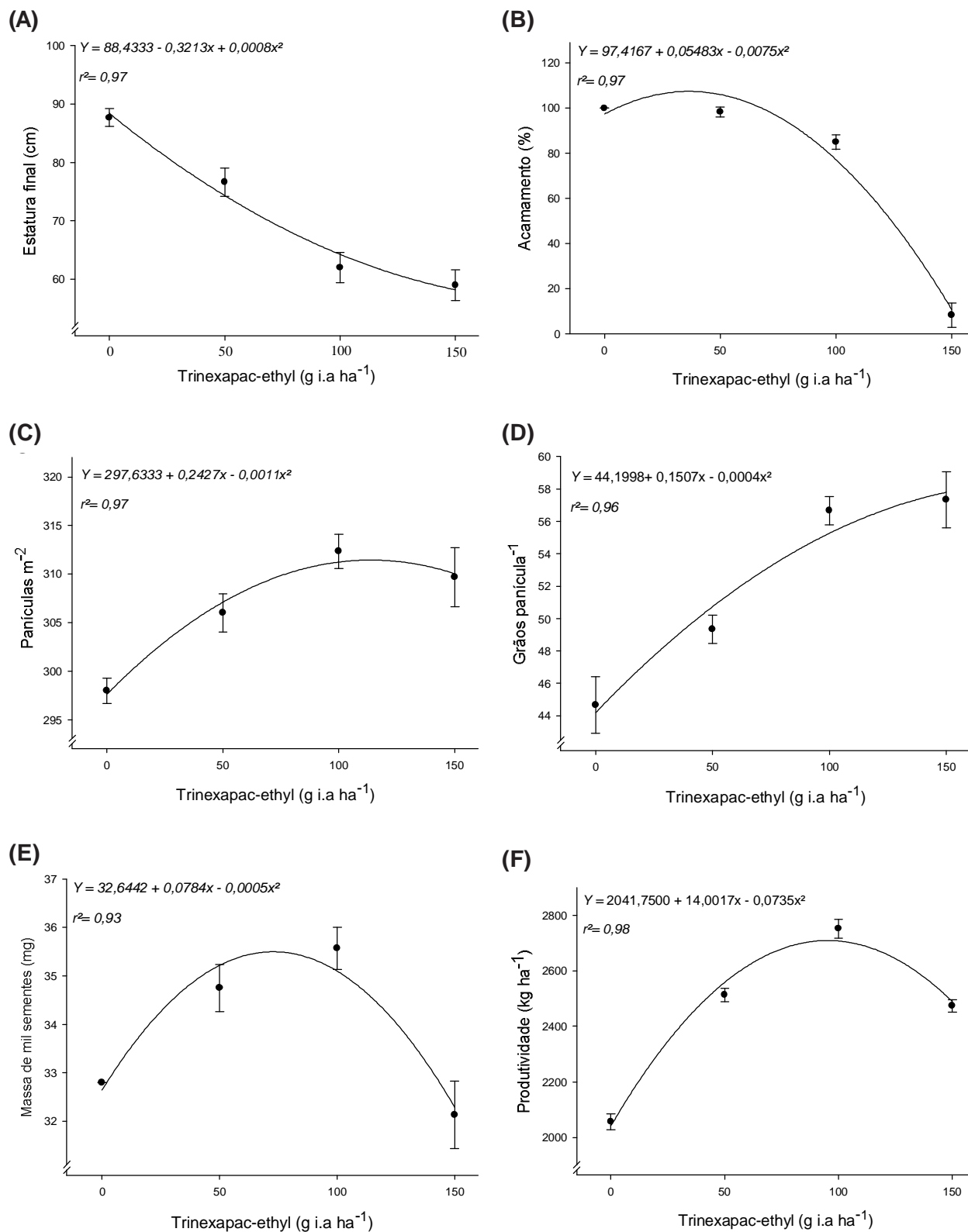
O diâmetro de colmo não apresentou diferença significativa em relação às doses de regulador de crescimento utilizadas (dados não apresentados). Contudo, o uso de doses crescentes do regulador de crescimento reduziu significativamente o acamamento das plantas de aveia-branca, com valores de 100 e 15% de acamamento para a testemunha e a dose de 160 g i.a. ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 2B). Para Zagonel & Fernandes (2007), o menor percentual de acamamento de plantas deve-se à redução da sua estatura e ao aumento do diâmetro de colmo, proporcionado pelo uso de trinexapac-ethyl.

O número de panículas por área (Figura 2C) respondeu positivamente ao incremento de trinexapac-ethyl até a dose de 100 g i.a. ha<sup>-1</sup>, para a qual foram observadas mais de 310 panículas m<sup>-2</sup>. Contudo, na dose de 150 g i.a. ha<sup>-1</sup>, não foram observadas diferenças significativas para o número de panículas m<sup>-2</sup>, quando comparada às doses de 50 e 100 g i.a. ha<sup>-1</sup>. Já o número de grãos por

panícula (Figura 2D) mostrou resposta positiva ao incremento da utilização do regulador de crescimento, apresentando valores de 44 e 57 grãos, para os tratamentos de 0 e 150 g i.a. h<sup>-1</sup> de trinexapac-ethyl, respectivamente. Dessa forma, as plantas menores de aveia foram capazes de produzir quantidade superior de panículas por área, bem como maior quantidade de grãos por panícula. Nesse contexto, Zagonel et al. (2002) ressaltam que plantas com menor estatura e mais compactas apresentam melhor direcionamento dos fotoassimilados, aumentando o número de estruturas reprodutivas por metro e o número de grãos por estrutura, resultando em maior produtividade final. Entretanto, resultados divergentes são relatados por Guerreiro & Oliveira (2012), que, em estudos com aveia-branca, observaram redução no número de grãos por panícula em função das doses de trinexapac-ethyl.

A utilização de 150 g i.a. ha<sup>-1</sup> do regulador de crescimento interferiu no acúmulo de massa de mil sementes, tendo a cultura apresentado sementes com massa equivalente à da testemunha, sem utilização de trinexapac-ethyl, ao passo que o melhor desempenho foi observado na dose de 100 g i.a. ha<sup>-1</sup> do produto, que obteve 35,57 mg (Figura 2E). O menor enchimento de grãos observado na maior dose de trinexapac-ethyl pode ser decorrente da menor capacidade fotossintética das plantas, uma vez que estas apresentaram menor estatura e área foliar (Espindula et al., 2010). A redução na massa de mil sementes indica menores quantidades de reservas armazenadas nessas sementes, o que poderá influenciar na germinação e no vigor das sementes. Geralmente, as sementes que têm mais vigor podem germinar e emergir mais rapidamente sob condições adversas (Vieira & Carvalho, 1994).

O melhor desempenho produtivo foi obtido com o uso de 100 g i.a. ha<sup>-1</sup> de trinexapac-ethyl, com mais de 2.700 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto a testemunha produziu apenas 2.056 kg ha<sup>-1</sup>, gerando incremento em produtividade com a utilização do regulador de crescimento de aproximadamente 30% (Figura 2F). Esses resultados divergem dos encontrados por Guerreiro & Oliveira (2012), que, ao avaliarem o uso de trinexapac-ethyl em aveia-branca,



**Figura 2** - Desempenho de aveia-branca submetida a diferentes doses de trinexapac-ethyl: (A) estatura de planta; (B) acamamento; (C) panículas m<sup>-2</sup>; (D) número de sementes panícula<sup>-1</sup>; (E) massa de mil sementes; e (F) produtividade de grãos. UFSM, Frederico Westphalen-RS, 2012/13.



não obtiveram ganho em produtividade para nenhuma dose testada (43,75, 87,5 e 17 g i.a. ha<sup>-1</sup>). Contudo, Zagonel & Fernandes (2007), avaliando o efeito do mesmo produto em trigo, constataram ganhos significativos na produtividade dessa cultura, enquanto Fioreze & Rodrigues (2014) não observaram diferença na produtividade de trigo a partir do uso do regulador de crescimento. Resultados contrastantes sugerem correlação da utilização do redutor de crescimento com o genótipo utilizado (Zagonel & Fernandes, 2007; Pagliosa et al., 2013).

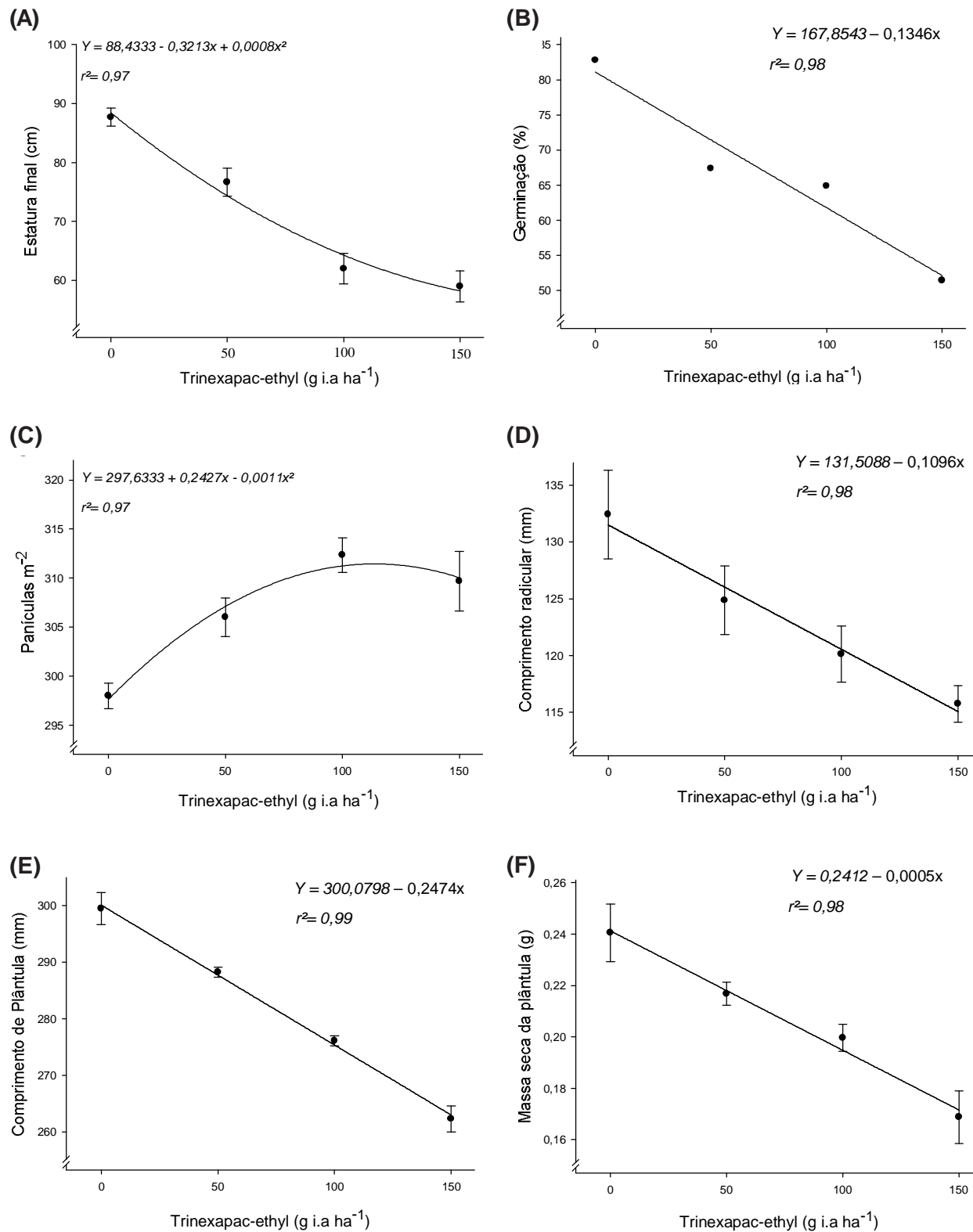
A qualidade fisiológica das sementes de aveia-branca produzidas a partir do uso de diferentes doses de regulador de crescimento apresentou, de modo geral, redução linear do potencial com o aumento da dose de trinexapac-ethyl (Figuras 3 e 4). As variáveis de primeira contagem da germinação e germinação (Figura 3A e B) apresentaram comportamento oposto ao da elevação das doses do regulador de crescimento, com redução dos valores observados entre a testemunha e a maior dose do produto em cerca de 64% e 62%, respectivamente. As avaliações de desenvolvimento de hipocótilo, sistema radicular, plântula e acúmulo de massa seca em plântula demonstraram, de forma similar, efeito linear negativo do uso de reguladores de crescimento no desempenho fisiológico das sementes de aveia-branca, e as maiores doses do regulador proporcionaram sementes menos vigorosas (Figura 3C, D, E e F).

O menor desempenho das sementes obtidas nos tratamentos com redutor de crescimento pode ser resultado do menor enchimento de grãos e da menor quantidade de reservas armazenadas, devido à menor capacidade fotossintética das plantas submetidas a esses tratamentos, uma vez que essas plantas apresentaram menor estatura e, conseqüentemente, área fotossintetizante (Espindula et al., 2010). Gustafson et al. (2004) ressaltam que o rápido desenvolvimento e estabelecimento inicial é fundamental para a aveia-branca ter prioridade na utilização dos recursos do meio, além de evitar possível competição com plantas daninhas, mantendo o potencial produtivo da cultura. Dessa forma, os efeitos negativos do uso do regulador de crescimento sobre o vigor da aveia-branca

poderão impactar o estande inicial, o desenvolvimento e a produção das áreas semeadas com sementes providas de cultivos em que se utilizou trinexapac-ethyl.

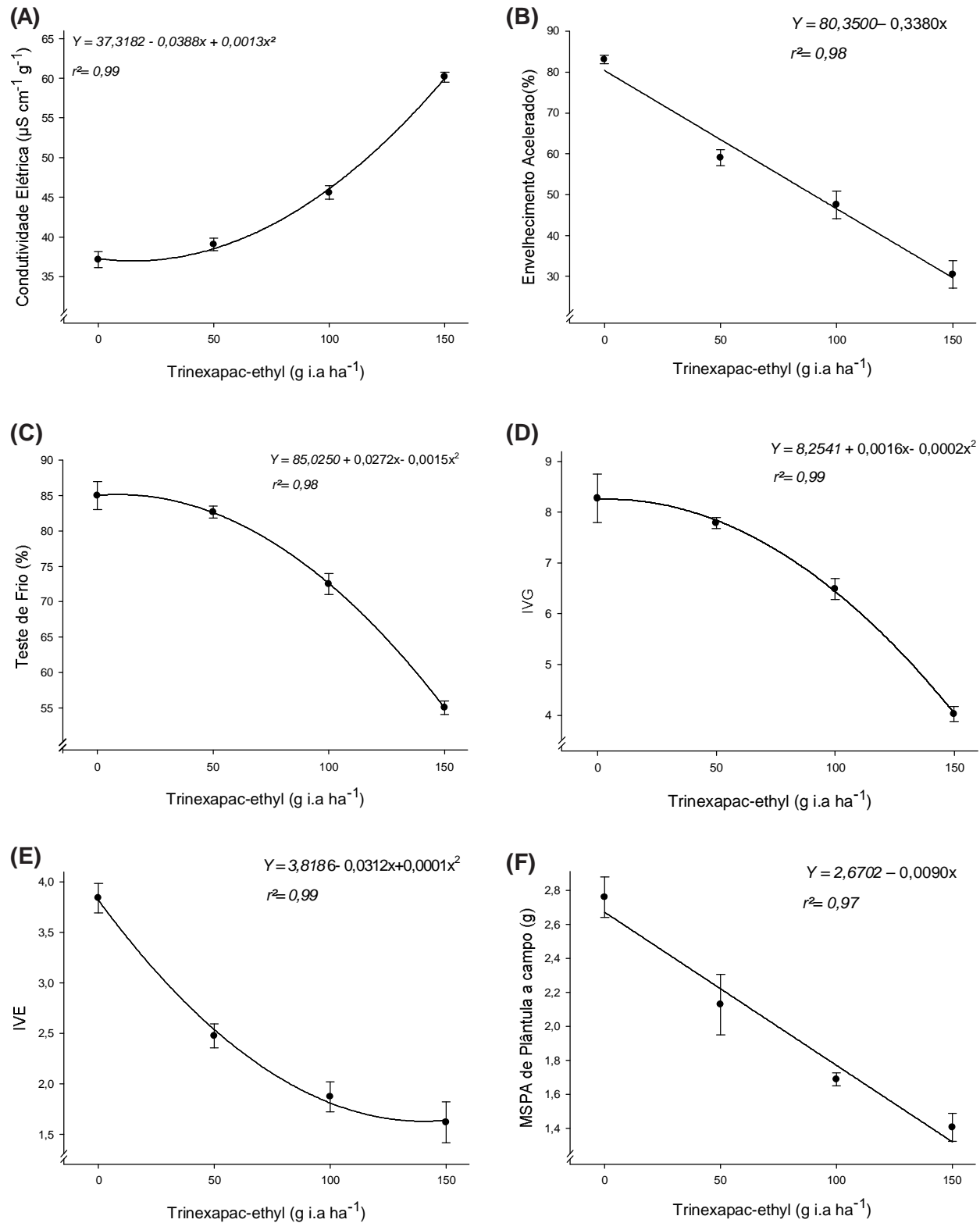
Os dados de condutividade elétrica indicaram que, à medida que foram aumentadas as doses de aplicação de trinexapac-ethyl, houve aumento nos seus valores (Figura 4A), demonstrando ser desvantajosa a sua utilização para obter sementes com qualidade fisiológica elevada. Permite-se dizer, com isso, que ocorreu má formação e organização regular das paredes celulares das células, pois o sistema de membranas celulares é a última estrutura a organizar-se antes da maturidade fisiológica e a primeira a exibir as alterações degenerativas que caracterizam a deterioração das sementes. A falta de integridade das membranas acarreta lixiviação de açúcares, aminoácidos, eletrólitos e outras substâncias solúveis em água (Marcos Filho, 2005; Sponchiado et al., 2014; Tunes et al., 2008). Nesse aspecto, pode-se inferir que as doses de trinexapac-ethyl avaliadas sobre as sementes de aveia-branca causaram menor velocidade no restabelecimento da integridade das membranas celulares durante a embebição e, em consequência, liberaram maior quantidade de solutos ao meio exterior (Marcos Filho, 2005), refletindo, portanto, em sementes com menor qualidade fisiológica, menos vigorosas e mais deterioradas.

Para o estudo de envelhecimento acelerado e teste de frio (Figura 4B e C), o efeito da utilização de regulador de crescimento no cultivo da aveia-branca foi significativo, de modo a reduzir a capacidade das sementes em suportar condições adversas e germinar posteriormente. Já o índice de velocidade de germinação (IVG) apresentou redução de 50% entre a testemunha sem trinexapac-ethyl e a maior dose do regulador de crescimento (Figura 3D). Com comportamento similar, o índice de velocidade de emergência (IVE) e a massa seca da parte aérea (MSPA) de plântula em campo mostraram os melhores desempenhos para o tratamento que não apresentou a utilização de regulador de crescimento no desenvolvimento da cultura da aveia (Figura 4E e F). É importante salientar que, ao interferir negativamente sobre todas as variáveis de vigor analisadas para aveia-branca, o trinexapac-ethyl afeta a capacidade de



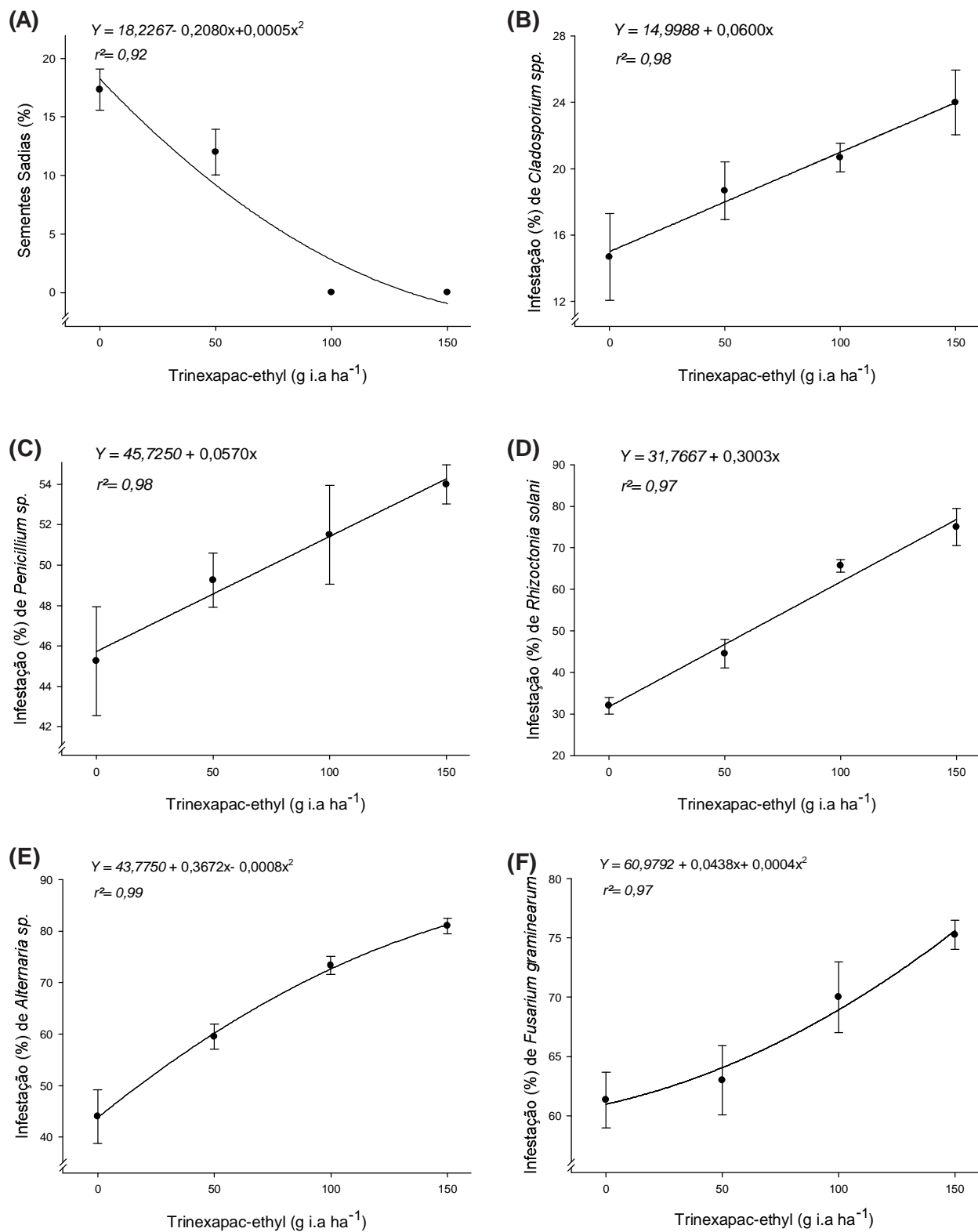
**Figura 3** - Desempenho fisiológico de sementes de aveia-branca submetidas a diferentes doses de trinexapac-ethyl: (A) primeira contagem; (B) germinação; (C) comprimento do hipocótilo; (D) comprimento radicular; (E) comprimento de plântula; e (F) massa seca de plântula. UFSM, Frederico Westphalen-RS, 2012/13.





**Figura 4** - Desempenho fisiológico de sementes de aveia-branca submetidas a diferentes doses de trinexapac-ethyl: (A) condutividade elétrica; (B) envelhecimento acelerado; (C) teste de frio; (D) índice de velocidade de germinação (IVG); (E) índice de velocidade de emergência (IVE); e (F) massa seca da parte aérea (MSPA) de plântula em campo. UFSM, Frederico Westphalen-RS, 2012/13.





**Figura 5** - Sanidade de sementes de aveia-branca submetidas a diferentes doses de trinexapac-ethyl: (A) sementes sadias; (B) infestação de *Cladosporium* sp.; (C) infestação de *Penicillium* sp.; (D) infestação de *Rhizoctonia solani*; (E) infestação de *Alternaria* sp.; e (F) infestação de *Fusarium graminearum*. UFSM, Frederico Westphalen-RS, 2012/13.



emergência e estabelecimento da cultura em campo, podendo gerar perdas na produção.

As sementes de aveia-branca mostraram alta incidência de fungos, observando-se apenas 15-20% de sementes sadias (testemunha, sem regulador do crescimento); com a utilização de trinexapac-ethyl, o percentual de infestação de patógenos nas sementes foi maior (Figura 5). O elevado percentual de infestação das sementes pode ser resultante do alto volume de chuva, associado a temperaturas médias próximas aos 30 °C ocorridas no final do ciclo da cultura, principalmente nos meses de outubro e novembro (Figura 1). Excesso de chuva e temperatura elevada acima de 25 °C, durante a maturação fisiológica de trigo, ocasionaram redução da sanidade de suas sementes, diminuindo a qualidade delas (Viganó et al., 2010).

Os principais patógenos observados foram *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Rhizoctonia solani*, *Alternaria* sp. e *Fusarium graminearum*, cuja incidência aumentou com as doses do regulador (Figura 5B, C, D, E e F). A incidência de *Cladosporium* sp. em sementes de aveia-branca foi potencializada com o uso do regulador de crescimento no cultivo desse cereal (Figura 5B). Do mesmo modo, os fungos *Penicillium* sp., *Rhizoctonia solani*, *Alternaria* sp. e *Fusarium graminearum* estiveram mais presentes em sementes de aveia-branca que foram produzidas com as maiores doses de trinexapac-ethyl (Figura 5B, C, D, E e F). A presença de patógenos nas sementes pode gerar a produção de metabólitos secundários tóxicos, denominados toxigênicos, podendo contaminar os grãos no campo, antes mesmo da colheita, ou durante o armazenamento, persistindo em alimentos e rações destinados ao consumo humano e de animais (Carvajal & Arroyo, 1997). Rupollo et al. (2006) ressaltam que fungos pertencentes aos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* são responsáveis pela produção da maioria das micotoxinas até hoje conhecidas e estudadas. Dessa forma, a incidência de patógenos com capacidade de produzir micotoxinas, *Penicillium* e *Fusarium*, foi potencializada com a utilização de regulador de crescimento no cultivo de aveia-branca, podendo inviabilizar seu uso na alimentação. É importante salientar que a presença desses patógenos também foi observada

na testemunha, a qual foi cultivada sem utilização do regulador de crescimento, porém a incidência se elevou com o uso do trinexapac-ethyl.

Nas condições em que foi conduzido o experimento, a precipitação pluvial e a temperatura do ar foram adequadas até a fase de enchimento das sementes de aveia-branca (Figura 1), porém a elevada precipitação constatada durante o período de maturação fisiológica das sementes pode ter sido desfavorável à conservação destas ainda em campo, influenciando a redução da sua qualidade, bem como o vigor e a incidência de patógenos (Carvalho & Nakagawa, 2012). Nesse contexto, pode-se inferir que a redução da qualidade fisiológica das sementes de aveia foi influenciada pelo índice pluviométrico e agravada pela utilização do regulador de crescimento.

O uso do regulador de crescimento trinexapac-ethyl foi efetivo para reduzir a estatura de plantas de aveia-branca, bem como o percentual de acamamento, gerando incrementos em produtividade dessa cultura. Contudo, a utilização do redutor de crescimento apresentou redução da qualidade fisiológica das sementes, inferindo-se assim que ele não deve ser usado quando da produção de sementes de aveia-branca.

## LITERATURA CITADA

- AGROFIT. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <[http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 30 jan. 2015.
- AMREIN, J. et al. The use of CGA163'935 as a growth regulator in cereals and oilseed rape. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE – WEEDS, 1989, Switzerland. **Proceedings...** Switzerland: Ciba Geigy, 1989. p. 2-12.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: 2009. 395 p.
- BUZETTI, S. et al. Resposta de cultivares de arroz a doses de nitrogênio e do regulador de crescimento cloreto de cloromequat. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 41, n. 12, p. 1731-1737, 2006.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboaticabal: Funep, 2012. 590 p.

- CARVAJAL, M.; ARROYO, G. Management of aflatoxin contaminated maize in Tarmaulipas, México. **J. Agr. Food Chem.**, v. 45, n. 4, p. 1301-1305, 1997.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira**. Brasília. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14\\_09\\_10\\_14\\_35\\_09\\_boletim\\_graos\\_set\\_2014.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_09_10_14_35_09_boletim_graos_set_2014.pdf)>. Acesso em: 21 set. 2014.
- COUTINHO, W. M. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho submetidas a termoterapia e condicionamento fisiológico. **Fitopatol. Bras.**, v. 32, n. 6, p. 458-464, 2007.
- ESPINDULA, M. C. et al. Efeitos de reguladores de crescimento na elongação do colmo de trigo. **Acta Sci. Agron.**, v. 32, n. 1, p. 109-116, 2010.
- FAGERNESS, M. J.; PENNER, D. Spray application parameters that influence the growth inhibiting effects of trinexapac-ethyl. **Crop Sci.**, v. 38, n. 1, p. 1028-1035, 1998.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ci. Agrotec.**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FIGOZZE, S. L.; RODRIGUES, J. D. Componentes produtivos do trigo afetados pela densidade de semeadura e aplicação de regulador vegetal. **Semina: Ci Agr.**, v. 35, n. 1, p. 39-54, 2014.
- GUERREIRO, M. G.; OLIVEIRA, N. C. Produtividade de grãos de aveia-branca submetida a doses de trinexapac-ethyl. **Ci. Exatas Terra Ci. Agr.**, v. 7, n. 1, p. 27-36, 2012.
- GUSTAFSON, D. J. et al. Competitive relationships of *Andropogon gerardii* (Big Bluestem) from remnant and restored native populations and select cultivated varieties. **Funct. Ecol.**, v. 18, n. 3, p. 451-457, 2004.
- HECKMAN, N. L. et al. Influence of trinexapac-ethyl on respiration of isolated wheat mitochondria. **Crop Sci.**, v. 42, n. 2, p. 423-427, 2002.
- KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218 p.
- LOZANO, C. M. et al. **Efecto de trinexapac ethyl sobre la morfología del tallo en dos cultivares de trigo**. Buenos Aires: INTA EEA Balcarce, 2002. Disponível em: <<http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/posters/5/MorfoldelTalloLeadn.htm>>. Acesso em: 21 set. 2014.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Sci.**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. p. 49-85.
- 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.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.
- PAGLIOSA, E. E. et al. Trinexapac-ethyl e adubação nitrogenada na cultura do trigo. **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 623-630, 2013.
- RODRIGUES, O. et al. **Redutores de crescimento**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. (Embrapa Trigo, Circular Técnica, 14).
- RUPOLLO, G. et al. Efeito da umidade e do período de armazenamento hermético na contaminação natural por fungos e a produção de micotoxinas em grãos de aveia. **Ci. Agrotec.**, v. 30, n. 1, p. 118-125, 2006.
- SILVA, G. O. et al. Parâmetros de avaliação da sensibilidade ao ácido giberélico em diferentes genótipos de aveia (*Avena sativa* L.). **R. Bras. Agroci.**, v. 11, n. 2, p. 155-159, 2005.
- SILVA, L. P.; CIOCCA, M. L. S. Total, insoluble and soluble dietary fiber values measured by enzymatic-gravimetric method in cereal grains. **J. Food Compost Anal.**, v. 18, n. 1, p. 113-120, 2005.
- SPONCHIADO, J. C.; SOUZA, C.; COELHO, C. M. M. Teste de condutividade elétrica para determinação do potencial fisiológico de sementes de aveia-branca. **Semina: Ci. Agr.**, v. 35, n. 4, p. 2405-2414, 2014.
- TUNES, L. M. et al. Testes de vigor em sementes de aveia-branca. **R. Fac. Zootec. Veter. Agron.**, v. 15, n. 2, p. 94-106, 2008.
- VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164 p.
- VIGANÓ, J. et al. Qualidade fisiológica de sementes de trigo em resposta aos efeitos de anos e épocas de semeadura. **R. Bras. Sementes**, v. 32, n. 3, p. 86-96, 2010.
- ZADOKS, J. C., CHANG, T. T.; KONZAC, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Res.**, v. 14, n. 1 p. 415-421, 1974.



ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 331-339, 2007.

ZAGONEL, J. et al. Efeito de regulador de crescimento na cultura do trigo submetido a diferentes doses de nitrogênio e densidade de plantas. **Planta Daninha**, v. 20, n. 3, p. 471-476, 2002.

