

Evento: VII SEMINÁRIO DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA

**A TECNOLOGIA DO REGULADOR DE CRESCIMENTO SOBRE A
PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E REDUÇÃO DO ACAMAMENTO EM AVEIA
POR CONDIÇÕES DE ANO AGRÍCOLA E INVESTIMENTOS PELO
NITROGÊNIO¹**

**THE GROWTH REGULATOR TECHNOLOGY ON GRAIN YIELD AND
REDUCTION OF LODGING IN OATS BY AGRICULTURAL YEAR
CONDITIONS AND INVESTMENTS BY NITROGEN**

**Maria Eduarda Gzergorczyk², Anderson Marolli³, Andressa Raquel Cyzeski
De Lima⁴, Lorenzo Ghisleni Arenhardt⁵, Dionatas Rodrigues Da Silva⁶, José
Antonio Gonzalez Da Silva⁷**

¹ Pesquisa institucional desenvolvida no Departamento de Estudos Agrários, pertencente ao grupo de pesquisa em Sistemas Técnicos de Produção Agropecuária

² Estudante do Curso de Agronomia da UNIJUI, bolsista PIBITI/CNPq, eduardagze@gmail.com;

³ Doutorando em Modelagem Matemática da UNIJUI, marollia@yahoo.com.br;

⁴ Estudante do Curso de Agronomia da UNIJUI, bolsista PROBITI/FAPERGS, andressaraqueldelima@gmail.com;

⁵ Estudante do Curso de Agronomia da UNIJUI, bolsista PIBIC/CNPq, lorenzoarenhardt@gmail.com;

⁶ Estudante do Curso de Agronomia da UNIJUI, bolsista PIBIC/CNPq, dionatas_rodrigues16@hotmail.com;

⁷ Professor do Departamento de Estudos Agrários da UNIJUI, Orientador, jagsfaem@yahoo.com.br;

INTRODUÇÃO

A produtividade da aveia está associada ao desempenho das cultivares, tecnologias de manejo, clima e solo favoráveis (SILVA et al., 2015). Dentro das tecnologias de manejo, a adubação nitrogenada tem reflexos expressivos no aumento da produtividade (MANTAI et al., 2015). Em anos desfavoráveis, o aproveitamento do nitrogênio pode ser comprometida, reduzindo a produtividade e aumentando os custos de produção (BENIN et al., 2012). Flores et al., (2012) e Silva et al., (2015) destacam que o incremento de nitrogênio junto a condições climáticas favoráveis aumentam o crescimento vegetativo, facilitando a ocorrência do acamamento.

O acamamento é um fenômeno complexo no qual a planta perde sua posição vertical, inclina-se e cai sobre o solo, afetando a produtividade e a qualidade dos grãos e dificuldades na colheita (HAWERROTH et al., 2015). Para minimizar a ocorrência do acamamento, têm-se avaliado o uso de reguladores de crescimento, como o trinexapac-ethyl, em culturas como soja (SOUZA et al., 2013), trigo (SCHWERZ et al., 2015) e arroz (ARF et al., 2012). O trinexapac-ethyl atua reduzindo a elongação celular no estágio vegetativo e obstruindo a biossíntese do ácido giberélico, hormônio responsável pelo crescimento (KASPARY et al., 2015). Estudos da eficiência de uso do regulador de crescimento na expressão do acamamento e seus reflexos sobre a produtividade de grãos podem viabilizar o uso desta tecnologia para a produção de aveia no Brasil.

Evento: VII SEMINÁRIO DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA

O objetivo do estudo é a definição da dose ideal de regulador de crescimento em aveia que possibilite acamamento de plantas de no máximo 5%. Estabelecer equações que descrevam o comportamento da produtividade de grãos e, pelo uso da dose ideal do regulador de crescimento pelo acamamento, simular a expressão da produtividade, independente das condições de reduzida, alta e muito alta fertilização com nitrogênio e de ano favorável e desfavorável ao cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido a campo em 2014, 2015 e 2016, Augusto Pestana, RS. A semeadura foi em sistema soja/aveia, com delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições, seguindo um esquema fatorial 4x3 nas fontes de variação doses de regulador de crescimento (0, 200, 400 e 600 mL ha⁻¹) e doses de N-fertilizante (fonte ureia) (30, 90 e 150 kg ha⁻¹), respectivamente. O regulador de crescimento (etil-trinexapac) foi aplicado no estádio entre o 1º e 2º nó visível do colmo da aveia.

Foi avaliada a produtividade de grãos pelo corte das 3 linhas centrais de cada parcela, e estimada a produtividade de grãos por hectare (PG, kg ha⁻¹). O acamamento (AC) foi estimado visualmente e expresso em percentagem. Após, realizada análise de variância para detecção dos efeitos principais e de interação. Através de regressão, foram obtidas equações que descrevem o comportamento do acamamento e da produtividade de grãos. Procedeu-se o ajuste da equação linear ($Y = b_0 \pm b_1 x$) considerando a possibilidade de acamamento de plantas de no máximo 5%, valor adicionado ao parâmetro “Y” da equação, para a estimativa da dose ideal de regulador de crescimento, obtida por $x = [(Y - b_0) / (\pm b_1)]$. Por fim, foi realizada a simulação da produtividade da aveia com o uso da dose ideal de regulador de crescimento pelo acamamento, nas condições de fertilização com nitrogênio e do ano de cultivo. As informações meteorológicas de temperatura e precipitação foram obtidas pela estação automática total localizada a 200 metros do experimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, os dados de temperatura e precipitação nos meses e anos de cultivo indicaram que o ano de 2014 foi obtida a menor produtividade (Tabela 1), seja pela perda do nutriente por lixiviação e de prejuízos pelo excesso de chuva na maturação, caracterizando ano desfavorável (AD). No ano de 2015, o elevado volume de chuvas durante o ciclo proporcionaram períodos de menor insolação, possivelmente ocasionado menor eficiência de fotossíntese pela planta. Desta forma, as condições climáticas junto a média de produtividade de grãos da tabela 1, justifica uma produtividade razoável, caracterizando como ano intermediário (AI) de cultivo. Já o ano de 2016, embora o volume total de chuva tenha sido o mais reduzido (Tabela 1), houve adequada distribuição de precipitação pluviométrica ao longo do ciclo sendo decisiva na maior produtividade de grãos, superior a 4 t ha⁻¹, caracterizando ano favorável (AF) de cultivo. A precipitação pluvial tem sido a principal variável meteorológica que afeta a produtividade agrícola, embora, a temperatura, luz e radiação solar sejam importantes (Battisti et al., 2012).

Evento: VII SEMINÁRIO DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA

Tabela 1. Dados de temperatura e precipitação nos meses e anos de cultivo de aveia e média da produtividade de grãos.

Precipitação da produtividade de grãos.								
Ano	Mês	Temperatura °C			Precipitação (mm)		PG _g (kg ha ⁻¹)	Classe
		Mínima	Máxima	Média	Média 25 anos*	Ocorrida		
2016	Mai	10,0	22,6	16,3	149	108	4163	AF
	Junho	08,9	20,0	14,5	162	86		
	Julho	07,0	20,6	13,8	135	97		
	Agosto	06,6	19,8	13,2	138	163		
	Setembro	09,6	21,0	15,3	167	119		
	Outubro	13,2	27,1	20,2	156	138		
	Total	-	-	-	909	712		
2015	Mai	10,5	22,7	16,6	149	100	3404	AI
	Junho	07,9	18,4	13,1	162	191		
	Julho	08,3	19,2	13,7	135	200		
	Agosto	09,3	20,4	14,8	138	223		
	Setembro	09,5	23,7	16,6	167	46		
	Outubro	12,2	25,1	18,6	156	211		
	Total	-	-	-	909	973		
2014	Mai	11,1	24,5	17,8	149	20	2841	AD
	Junho	09,3	19,7	14,5	162	59		
	Julho	07,4	17,5	12,4	135	176		
	Agosto	12,9	23,4	18,1	138	61		
	Setembro	12,0	23,0	17,5	167	194		
	Outubro	15,0	25,5	20,2	156	286		
	Total	-	-	-	909	798		

*= Média de precipitação pluviométrica obtida nos meses de maio a outubro de 1982 a 2007; AF= ano favorável; AD= ano desfavorável; AI= ano intermediário; PG_g= produtividade média de grãos.

Na tabela 2, a dose reduzida de N-fertilizante (30 kg ha⁻¹) evidenciou o maior acamamento de plantas no ano de 2014 (AD), independente da dose de regulador de crescimento. Na dose alta de nitrogênio (90 kg ha⁻¹), elevado acamamento também foi observado em 2014 (AD), na presença das doses do regulador. Este mesmo comportamento também foi observado na dose muito alta do N-fertilizante (150 kg ha⁻¹). Nas doses alta e muito alta de N-fertilizante, a ausência de uso do regulador indicou maior acamamento de plantas no ano mais favorável de cultivo. Além disto, o ponto de 400 mL ha⁻¹ indicou as menores médias de acamamento, similar a dose mais elevada do produto (600 mL ha⁻¹), o que sugere o ajuste da dose ideal neste intervalo de concentração. De modo geral, foi observado tendência de redução do acamamento com o incremento da dose do regulador de crescimento, independente da condição de ano e de N-fertilizante.

Tabela 2. Médias do acamamento de plantas de aveia por ano e dose de N-fertilizante em resposta ao uso de regulador de crescimento.

N-fertilizante (kg ha ⁻¹)	Ano	Dose do Regulador (mm ha ⁻¹)			
		0	200	400	600
Acamamento (AC, %)					
30	2016 (AF)	22b	17b	03b	02b
	2015 (AI)	28b	08c	02b	01b
	2014 (AD)	48 ^a	38a	22a	21a
$\bar{x}_{30}$		33	21	9	8
90	2016 (AF)	82 ^a	27b	03b	01b
	2015 (AI)	61b	35b	05b	02b
	2014 (AD)	62b	68a	35a	33a
$\bar{x}_{90}$		68	43	14	12
150	2016 (AF)	83 ^a	32b	05b	05b
	2015 (AI)	87 ^a	51a	10b	03b
	2014 (AD)	58b	57a	38a	33a
$\bar{x}_{150}$		76	46	18	14
$\bar{x}_{geral}$		59	36	14	12

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si na probabilidade de 5% de erro pelo teste de Scott & Knott; $\bar{x}_N$ =média do acamamento obtido nos três anos de estudo; $\bar{x}_{geral}$ = média geral.

Na estimativa da dose ideal de regulador de crescimento pela expressão do acamamento (Tabela 3), as equações de regressão testadas identificaram tendência linear, independente de ano e dose de N-fertilizante. Para esta estimativa, foi levado em consideração a possibilidade de acamamento

Evento: VII SEMINÁRIO DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA

de plantas de no máximo 5%, valor adicionado ao parâmetro “Y” de cada equação. Independente da condição de ano de cultivo, as médias das doses de regulador de crescimento obtidas para as diferentes doses de N-fertilizante se mantiveram entre 460 e 523 mL ha⁻¹. De modo geral, independente de ano e N-fertilizante, à dose ideal de regulador de crescimento mostrou-se ajustada em 495 mL ha⁻¹, concentração que pode reduzir com efetividade a queda de plantas de aveia.

Tabela 3. Estimativa da dose ideal do regulador de crescimento por ano e dose de N-fertilizante na previsibilidade de no máximo 5% de acamamento (AC).

N-fertilizante (kg ha ⁻¹)	Ano	Equação AC = a ± bx	R ²	P(b _N)	Y _E (%)	Dose ideal (mL ha ⁻¹)
30	2016 (AF)	22,52 – 0,037x	89	*	(5)	≈475
	2015 (AI)	23,55 – 0,050x	92	*		≈410
	2014 (AD)	29,62 – 0,037x	89	*		≈495
$\bar{x}_{30}$						≈460
90	2016 (AF)	48,75 – 0,088x	93	*	(5)	≈490
	2015 (AI)	56,82 – 0,103x	91	*		≈500
	2014 (AD)	46,00 – 0,080x	82	*		≈510
$\bar{x}_{90}$						≈500
150	2016 (AF)	75,15 – 0,133x	94	*	(5)	≈525
	2015 (AI)	82,35 – 0,147x	93	*		≈520
	2014 (AD)	71,25 – 0,127x	89	*		≈525
$\bar{x}_{150}$						≈523
$\bar{x}_{geral}$						≈495

P(b_N)= parâmetro que mede a inclinação da reta; R²= coeficiente de determinação; * = Significativo a 5% de probabilidade de erro; () = consideração da possibilidade de acamamento de no máximo 5%; $\bar{x}_N$ =média obtida nos três anos de estudo; $\bar{x}_{geral}$ = média geral; Y_E= valor estimado; Dose ideal= dose de regulador que possibilita acamamento máximo de 5%.

Na tabela 4, na análise do comportamento da produtividade de grãos (PG), independente de ano e dose de N-fertilizante, a equação de grau dois se mostrou adequada. Nesta equação, a inclusão da dose ideal de regulador de crescimento para o acamamento (Tabela 3), indica expectativa de produtividade de grãos superior a 3000 kg ha⁻¹, exceto para o ano de 2014 (AD) na dose reduzida de N-fertilizante (30 kg ha⁻¹). Na média dos anos para a condição reduzida de N-fertilizante, a dose ideal de regulador de crescimento foi de 460 mL ha⁻¹, com expectativa de produtividade de grãos em 3490 kg ha⁻¹. Na dose alta (90 kg ha⁻¹) e muito alta (150 kg ha⁻¹) de N-fertilizante, independente da condição de ano agrícola, pouca alteração foi obtida na dose do regulador, variando de 500 e 520 mL ha⁻¹, com expectativa de produtividade de grãos de 3544 e 3900 kg ha⁻¹, respectivamente. Na dose reduzida e muito alta de nitrogênio, a variação da dose de regulador de crescimento ficou entre 460 e 520 mL ha⁻¹, respectivamente. Na média geral, independente de ano e dose de N-fertilizante, o uso de 495 mL ha⁻¹ de regulador de crescimento traz uma expectativa de produtividade de grãos de 3645 kg ha⁻¹.

Evento: VII SEMINÁRIO DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA

Tabela 4. Equação de regressão para estimativa da produtividade de grão (PG) da aveia com a utilização da dose ideal de regulador de crescimento.

N-fertilizante (kg ha ⁻¹)	Ano	Equação	R ²	P (b _{ix})	Dose ideal (mL ha ⁻¹)	Y _E (kg ha ⁻¹)
$PG = a \pm bx \pm cx^2$						
30	2016 (AF)	$4024 + 0,95x - 1,5 \cdot 10^{-3}x^2$	96	*	475	4140
	2015 (AI)	$3447 + 2,33x - 4,9 \cdot 10^{-3}x^2$	88	*	410	3580
	2014 (AD)	$2978 + 0,94x - 2,8 \cdot 10^{-3}x^2$	86	*	495	2760
$\bar{x}_{30}$	-	$3483 + 1,40x - 3,0 \cdot 10^{-3}x^2$	90	*	460	3490
90	2016 (AF)	$3952 + 0,80x - 2,0 \cdot 10^{-3}x^2$	91	*	490	3508
	2015 (AI)	$3991 + 1,13x - 2,9 \cdot 10^{-3}x^2$	90	*	500	3831
	2014 (AD)	$3368 + 0,87x - 2,0 \cdot 10^{-3}x^2$	99	*	510	3295
$\bar{x}_{90}$	-	$3926 + 0,93x - 2,3 \cdot 10^{-3}x^2$	93	*	500	3544
150	2016 (AF)	$4381 + 0,41x - 0,8 \cdot 10^{-3}x^2$	95	*	525	4375
	2015 (AI)	$3849 + 0,64x - 1,1 \cdot 10^{-3}x^2$	95	*	525	3882
	2014 (AD)	$3408 + 1,60x - 2,8 \cdot 10^{-3}x^2$	83	*	520	3483
$\bar{x}_{150}$	-	$3879 + 0,88x - 1,6 \cdot 10^{-3}x^2$	91	*	520	3900
$\bar{x}_{geral}$	-	$3762 + 1,07x - 2,3 \cdot 10^{-3}x^2$	91	*	495	3645

P(b_{ix})= parâmetro que mede a inclinação da reta; R²= coeficiente de determinação; * = Significativo a 5% de probabilidade de erro; $\bar{x}_N$ =média obtida nos três anos de estudo; $\bar{x}_{geral}$ = média geral; Y_E = valor estimado; Dose ideal = dose de regulador que possibilita acamamento máximo de 5%.

Os resultados apresentados pelo uso de reguladores de crescimento em outras espécies, corroboram com os obtidos na aveia branca, indicando que o uso de trinexapac-ethyl reduz eficientemente o acamamento de plantas sem prejuízos na produtividade de grãos. O uso de 495 mL ha⁻¹ do regulador de crescimento de princípio ativo trinexapac-ethyl, se mostra eficiente na redução do acamamento de plantas de aveia, independente da condição de ano agrícola e dose de N-fertilizante.

Palavras-chave: Avena sativa; N- fertilizante; eficiência; otimização; inovação.

Keywords: Avena sativa; N-fertilizer; efficiency; optimization; innovation.

REFERÊNCIAS

- BATTISTI, R. L.; PILAUI, F. G.; SOMAVILLA; RIGHI, E. Z. Desempenho de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência nas localidades de Frederico Westphalen e Palmeira das Missões, RS. **Ciência Rural**, v.42, n.2, fev, 2012.
- BENIN, G.; BORNHOFEN, E.; BECHE, E.; PAGLIOSA, E. S.; SILVA, C. L. S.; PINNOW, C. Agronomic performance of wheat cultivars in response to nitrogen fertilization levels. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.34, p.275-283. 2012.
- FLORES, R. A.; URQUIAGA, S. S.; ALVES, B. J. R.; COLLIER, L. S.; MORAIS, R. F. DE; PRADO, R. DE M. Adubação nitrogenada e idade de corte na produção de matéria seca do capim-elefante no Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.16, p.1282-1288, 2012.
- HAWERROTH, M. C.; SILVA, J. A. G. DA; SOUZA, C. A.; OLIVEIRA, A. C. DE; LUCHE, H. DE S.; ZIMMER, C. M.; HAWERROTH, F. J.; SCHIAVO, J.; SPONCHIADO, J. C. Redução do acamamento em aveia-branca com uso do regulador de crescimento etil-trinexapac. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.2, p.115-125, 2015.
- JUNIOR, J. DE M.; CORREA, D.; NAKAI, E. H. Efeito do regulador de crescimento trinexapac-ethyl na produtividade de trigo. **Acta Iguazu**, v.2, n.1, p. 14-19, 2013.
- KASPARY, T. E.; LAMEGO, F. P.; BELLÉ, C.; KULCZYNSKI, S. M.; PITTOL, D. Regulador de crescimento na produtividade e qualidade desementes de aveia-branca. **Planta Daninha**, v. 33, n. 4, p. 739-750, 2015.

Evento: VII SEMINÁRIO DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA

MANTAI, R. D.; SILVA, J. A. G. DA; ARENHARDT, E. G.; HECK, T. G.; SAUSEN, A. T. Z. R.; KRÜGER, C. A. M. B.; CARDOSO, A. M.; GOI NETO, C. J.; KRYSCZUN, D. K. The effect of nitrogen dose on the yield indicators of oats. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, p.3773-3781, 2015.

SCHWERZ, F.; CARON, B. O.; SCHMIDT, D.; OLIVEIRA, D. M. DE; ELLI, E. F.; ELOY, E.; ROCKENBACH, A. P. Growth retardant and nitrogen levels in wheat agronomic characteristics, **Científica**, v.43, n.2, p.93-100, 2015.

SILVA, J. A. G. DA; ARENHARDT, E. G.; KRÜGER, C. A. M. B.; LUCCHESI, O. A.; METZ, M.; MAROLLI, A. A expressão dos componentes de produtividade do trigo pela classe tecnológica e aproveitamento do nitrogênio, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, no.1, p.27-33, 2015.