

## UMA PROPOSTA NA DENSIDADE DE SEMEADURA DE UM BIOTIPO ATUAL DE CULTIVARES DE AVEIA

### A PROPOSAL ON THE DENSITY OF SEEDING OF A CURRENT BIOTYPE CULTIVARS OATS

José Antonio Gonzalez da Silva<sup>1</sup>, Cristiano Fontaniva<sup>3</sup>, Juliane Sbaraine Pereira Costa<sup>2</sup>, Cleusa Adriane Menegassi Bianchi Krüger<sup>1</sup>, Cassiane Ubessi<sup>3</sup>, Fernando Bilibio Pinto<sup>3</sup>, Emilio Ghisleni Arenhardt<sup>3</sup> e Ewerton Gewehr<sup>1</sup>

#### RESUMO

O ajuste da densidade de semeadura é dependente do genótipo e das condições ambientais buscando favorecer o melhor aproveitamento de luz e nutrientes voltados à produtividade vegetal. O objetivo do estudo foi determinar no atual biotipo padrão de aveia branca cultivada de ciclo curto e estatura reduzida a densidade ideal de semeadura buscando incrementar a produção de biomassa e grãos nos principais sistemas de cultivo. No estudo, quatro experimentos foram conduzidos, dois buscando avaliar a taxa de produção de biomassa e, outros dois, direcionados a análise do rendimento de grãos. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições num esquema fatorial 2x4 para cultivar (URS-Taura e Brisasul) e densidade de semeadura (100, 300, 600 e 900 de sementes viáveis m<sup>-2</sup>) no sistema de sucessão milho/aveia e soja/aveia. A taxa diária de produção de matéria seca nas distintas densidades de semeadura mostra diferenças genéticas entre as cultivares URS-Taura e Brisasul na eficiência de energia transformada em biomassa e grãos nos sistemas de cultivo. A máxima produtividade de grãos entre os genótipos de aveia branca de estatura e ciclo mais reduzido indicam uma densidade de

semeadura ajustada em 550 sementes m<sup>-2</sup>, superior a recomendação técnica da espécie.

**Palavras-chave:** *Avena sativa* L., biomassa, rendimento de grãos, função polinomial, sistemas de cultivo.

#### ABSTRACT

Adjustment of seeding density is dependent on the genotype and environmental conditions seeking to promote the better use of light and nutrients for plant productivity. The objective of this study was to determine the current white oat cultivated biotype of short cycle and reduced stature the ideal sowing density seeking to increase biomass production and grain in the main cultivation systems. In the study, four experiments were conducted, two seeking to assess the rate of biomass production and other two, directed the analysis of grain yield. The experimental design was of randomized blocks with four replications in factorial scheme 2 x 4 to cultivate (URS-Taura and Brisasul) and sowing density (100, 300, 600 and 900 of viable seeds m<sup>-2</sup>) in the system of succession corn/oat and soy/oat. The daily rate of dry matter production in different sowing densities shows genetic differences among the cultivars URS Taura and Brisasul in energy efficiency transformed in biomass and grain in the cultivation systems.

<sup>1</sup>Professor Doutor do Departamento de Estudos Agrários, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul/UNIJUÍ, Rua do Comércio, 3000, Bairro Universitário, CEP 98700-000 Ijuí, RS.

<sup>2</sup>Bolsista de Iniciação Científica do Curso de Agronomia da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul/UNIJUÍ, Rua do Comércio, 3000, Bairro Universitário, CEP 98700-000 Ijuí, RS.

<sup>3</sup>Programa de Pós-graduação em Modelagem Matemática, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Rua do Comércio, 3000, Bairro Universitário, CEP 98700-000 Ijuí, RS.

\*Autor para contato. E-mail: [jagsfaem@yahoo.com.br](mailto:jagsfaem@yahoo.com.br).

Maximum productivity of grain between the genotypes of stature and white oats lower cycle indicate a sowing density adjusted in 550 m<sup>-2</sup> seeds, more than technical recommendation of the species.

**Key words:** *Avena sativa* L., biomass, yield grain, polynomial function, culture systems.

## INTRODUÇÃO

A aveia branca (*Avena sativa* L.) é um cereal de múltiplos propósitos, conferindo viabilidade econômica para a produção de grãos destinados à alimentação humana e animal. O grão é de excelente valor nutricional, se destacando pela qualidade proteica, porcentagem de lipídios e conteúdo de carboidratos (DAL MOLIN, 2011). No sul do Brasil, a aveia é cultivada como espécie produtora de grãos e de palha para a cobertura de solo, o que favorece a implantação da cultura de verão (CECCON et al. 2004).

A adequada disponibilidade de nutrientes as plantas depende, entre outros fatores, da quantidade de matéria orgânica do solo (AMADO et al., 2001) da composição dos resíduos vegetais (SIQUEIRA NETO et al., 2010), da expectativa do rendimento (COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 2006) e, da umidade e temperatura do ar que interagem nos sistemas de produção (ROCHA et al., 2008). Assim, o precedente cultural exerce grande influência sobre a dinâmica dos nutrientes, afetando a expressão dos componentes de produção. WENDLING et al. (2007), comentam que o cultivo de trigo sobre os resíduos de soja e milho contribuem de maneira distinta no desenvolvimento do dossel e na disponibilidade de nutrientes, afetando a expressão dos componentes de produção.

A expressão de potenciais de rendimento da aveia branca está associada às técnicas de manejo, entre elas, a população de plantas, disponibilidade de nutrientes,

controle fitossanitário e outros (CECCON et al., 2004; BENIN et al., 2005). A variação da produtividade em relação à população de plantas está associada ao potencial do genótipo em produzir afilhos férteis, uma vez que a densidade de semeadura influencia de forma direta o número de espigas e/ou panículas produzidas por área (OZTURK et al., 2006; SPARKES et al., 2006; VALÉRIO et al., 2009). Inclusive, a rápida cobertura do solo pelo ajuste do dossel pode favorecer um melhor aproveitamento de luz e nutrientes, proporcionando controle mais efetivo na evolução de espécies invasoras (FLECK et al., 2009; KRÜGER et al., 2011). As indicações técnicas da COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA (2006) têm sugerido de 200 a 300 plantas m<sup>-2</sup>, condição adotada desde que o cultivo desta espécie passou a ter importância comercial. ALMEIDA et al. (2003) reportaram que a densidade de cultivo de 50 a 500 plantas m<sup>-2</sup> em cultivares de aveia obsoletas de ciclo médio a tardio, mostraram pouca contribuição no rendimento de grãos, porém, com maior direcionamento de fotoassimilados ao colmo principal. Em trigo, ZAGONEL et al. (2002), constataram que altas densidades de plantas evidenciaram fator positivo no aumento da produtividade. Para a cultivar de aveia branca UPF 18 (estatura alta e ciclo tardio) o acréscimo na população de plantas determinou na maior produção de biomassa total (ABREU et al., 2006).

O contínuo melhoramento genético da aveia tem modificado significativamente a arquitetura de planta através de redução na estatura e área foliar, entre outras características. Alterando um padrão de planta de elevada estatura, ciclo tardio e de alta relação pálea/grão para genótipos com estatura de planta inferior a um metro, reduzido ciclo (inferior a 130 dias) e maior volume de cariopse em relação à casca. Portanto, alterações que podem modificar a resposta das cultivares à população de plantas, sugerindo a necessidade de recomendações mais ajustadas para o atual

biotipo de aveia branca cultivada (CRESTANI, 2011).

O objetivo do estudo foi determinar no atual biotipo padrão de aveia branca cultivada de ciclo curto e estatura reduzida a densidade ideal de semeadura buscando incrementar a produção de biomassa e grãos nos principais sistemas de cultivo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido a campo durante o ano agrícola de 2011, no município de Augusto Pestana, região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico Típico (SANTOS et al., 2006). O clima da região, segundo classificação de Köppen é do tipo Cfa, com verão quente sem estação seca (KUINCHNER & BURIOL, 2001). A semeadura foi realizada em 15 de maio com semeadora-adubadora. A parcela foi constituída de 5 linhas de 5 m de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,20 m, correspondendo a uma unidade experimental de 5 m<sup>2</sup>. As sementes dos genótipos selecionados foram submetidas ao teste de germinação e vigor em laboratório a fim de corrigir a densidade de plantas para compor a população desejada. Na semeadura foram aplicados 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60 kg de K<sub>2</sub>O e 10 kg ha<sup>-1</sup> de N. A adubação nitrogenada restante (cobertura) foi empregada para contemplar uma expectativa de rendimento ao redor de três t ha<sup>-1</sup>. Portanto, foi direcionado em cobertura 50 kg ha<sup>-1</sup> de N no sistema soja/aveia e 70 kg ha<sup>-1</sup> no sistema milho/aveia, no estágio fenológico de quarta folha visível (V<sub>4</sub>), conforme indicações técnicas de cultivo. Durante a execução do estudo, foram efetuadas aplicações de fungicida tebuconazole na dosagem de 0,75L ha<sup>-1</sup> (FOLICUR CE – BAYER CROPS SCIENCE LTDA, SP, BRASIL). Além disto, o controle de plantas daninhas foi efetuado com herbicida metsulfuron-metil, na dose de 4g ha<sup>-1</sup> do produto comercial,

incluindo capinas manuais sempre que necessário.

Os estudos foram conduzidos em dois sistemas de cultivo, envolvendo a cobertura de solo com resíduo vegetal de elevada e reduzida relação Carbono/Nitrogênio, no sistema de sucessão milho/aveia e soja/aveia, respectivamente. Em cada sistema, dois experimentos foram conduzidos, um para quantificar a taxa de produção de biomassa pelos cortes realizados a cada 30 dias até o ponto de colheita e, o outro, para a colheita no final do ciclo, visando exclusivamente à estimativa da produtividade de grãos. Portanto, nos quatro experimentos, o delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, seguindo um esquema fatorial 2x4 para cultivar e densidades de sementes viáveis m<sup>-2</sup>. Nestas fontes de variação, os níveis de cada fator foram assim representados: i) cultivares de aveia (Brisasul e URS Taura) e ii) densidades de semeadura (100, 300, 600 e 900 sementes m<sup>2</sup>). As cultivares Brisasul e URS Taura representam genótipos de aveia branca lançadas em 2009 e 2010, respectivamente, expressando similaridade quanto ao ciclo (precoce), estatura (reduzida) e acamamento (resistente), porém, distintas na capacidade de produção de afilhos (alta= Brisasul e reduzida= URS Taura).

A colheita dos experimentos para a estimativa do rendimento de grãos em cada sistema de cultivo ocorreu de forma manual pelo corte das três linhas centrais de cada parcela (área de corte com 3 m<sup>2</sup>). O momento de colheita de grãos foi aquele também definido como o último corte no experimento direcionado a análise da produção de biomassa (120 dias), estágio próximo ao ponto de colheita, com umidade de grãos ao redor de 15%. Após, foram trilhadas com colheitadeira estacionária e direcionadas ao laboratório para correção da umidade de grãos para 13 % e pesagem para estimativa da produtividade, convertida para a unidade de um hectare. Nos experimentos visando

quantificar a biomassa total ao longo do desenvolvimento das plantas, a colheita do material vegetal foi realizada rente ao solo, a partir da coleta de um metro linear das três linhas centrais de cada parcela (área de corte com  $0,6 \text{ m}^2$ ) nos períodos de 30, 60, 90 e 120 dias após a emergência, totalizando quatro cortes. As amostras com a biomassa verde foram pesadas em balança de precisão e direcionadas a estufa de ar forçado a temperatura de  $65^\circ\text{C}$ , até atingir peso constante, com posterior estimativa da matéria seca total convertida em  $\text{kg ha}^{-1}$ .

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para detecção dos efeitos principais e de interação das fontes de variação nos distintos sistemas de cultivo, tanto na expressão da biomassa como no rendimento de grãos. Após, foi realizado o teste de comparação de médias pelo modelo de agrupamento de Scott & Knott visando quantificar em cada condição as diferenças e similaridades entre os pontos de densidades de observação. Além disto, foram realizadas equações de regressão de grau um para quantificar em cada densidade de cultivo e sistema de sucessão a taxa de produção de biomassa por unidade de dia. E, por finalizar, equações de regressão de grau dois, visando ajuste da densidade ideal com posterior estimativa da produtividade de grãos. Para todas estas determinações foi empregado o programa computacional Genes (CRUZ, 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise das fontes de variação cultivar e densidade de semeadura a interação significativa foi detectada, tanto no experimento buscando quantificar a biomassa total (MST) como aquele direcionado a avaliar o rendimento de grãos (RG), independente do sistema de sucessão. Assim, as tabelas 1, 2 e 3 são apresentadas decompondo os efeitos desta interação. Na tabela 1, o comportamento das cultivares URS Taura e Brisasul nas diferentes densidades de cultivo

mostrou tendência linear ao longo dos cortes, com significância de quadrado médio de grau um e com parâmetro de inclinação da reta ( $b_{ix}$ ) também significativo. De modo geral, os coeficientes de determinação das equações estão em mais de 90% representadas próximos à reta, expressando confiabilidade dos dados e das inferências a serem obtidas.

A cultivar URS Taura sobre resíduo de soja mostrou maior acúmulo de matéria seca total (MST= a) na densidade de 100 sementes  $\text{m}^{-2}$  ( $1729 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Por outro lado, os pontos 300 e 600 sementes  $\text{m}^{-2}$  indicaram certa similaridade na MST produzida, com valores de 1308 e  $1425 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente. Na densidade mais elevada o acúmulo de biomassa foi mais reduzido ( $1282 \text{ kg ha}^{-1}$ ), indícios da forte competição intra-específica neste ponto de observação. Em populações elevadas de aveia branca a forte competição intra-específica reduziu o afilhamento e a biomassa total por planta (ABREU et al., 2006). Por outro lado, dependendo da densidade populacional, o grau de competição em aveia provocou uma adaptação morfológica que melhorou o aproveitamento de luz, água e nutrientes, com benefícios na expressão da biomassa total (SCHUCH et al., 2000a).

Na cultivar URS Taura sobre o resíduo de soja, a taxa diária de produção de biomassa (MST= $b_x$ ) mostrou, de modo geral, incremento de expressão com o aumento da densidade de semeadura, com reflexos mais efetivos principalmente nas duas maiores densidades. Portanto, nestas condições, a cada um dia em  $\text{kg ha}^{-1}$  ocorre incremento de biomassa (MST) nas seguintes densidades de semeadura  $\text{m}^{-2}$ : 100 (64,81), 300 (63,83), 600 (76,05) e 900 (78,95). A cultivar Brisasul sobre resíduo de soja apresentou a maior expressão na MST no ponto de 300 sementes  $\text{m}^{-2}$ , com  $1700 \text{ kg ha}^{-1}$ . Diferentemente da cultivar URS Taura, a Brisasul mostrou a produção de MST mais reduzida na menor densidade de semeadura, com  $1141 \text{ kg ha}^{-1}$  (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância de equação de regressão e seus parâmetros para a matéria seca total (MST) em aveia branca com os valores médios gerais de rendimento de grãos (RG) sobre resíduo de soja. DEAg/UNIJUI, 2012.

Cultivar	Densidade (s m <sup>-2</sup> )	Fonte de Variação	Quadrado Médio (MST)	Equação MST=a± b <sub>x</sub> ±c <sub>x</sub> <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	P (b <sub>ix</sub> )	RG (kg ha <sup>-1</sup> )
Taura	100	L	75598272*	1729+64,81x	0,93	*	2812,5 b
		Q	2327150 <sup>ns</sup>	-	-	-	
		Erro	390077	-	-	-	
Taura	300	L	73331095*	1308+63,83x	0,95	*	3907,6 a
		Q	1496340 <sup>ns</sup>	-	-	-	
		Erro	595049	-	-	-	
Taura	600	L	104098000*	1425+76,05x	0,89	*	3667,8 a
		Q	7821810 <sup>ns</sup>	-	-	-	
		Erro	191806	-	-	-	
Taura	900	L	112205319*	1282+78,95x	0,90	*	2222,7 c
		Q	7579009 <sup>ns</sup>	-	-	-	
		Erro	309278	-	-	-	
Brisasul	100	L	64200194*	1141+59,72x	0,93	*	3003,0 a
		Q	4734975 <sup>ns</sup>	-	-	-	
		Erro	756487	-	-	-	
Brisasul	300	L	91314011*	1760+71,23x	0,95	*	3267,8 a
		Q	2737370 <sup>ns</sup>	-	-	-	
		Erro	376477	-	-	-	
Brisasul	600	L	90134088*	1398+70,76x	0,91	*	3577,3 a
		Q	5982916 <sup>ns</sup>	-	-	-	
		Erro	162360	-	-	-	
Brisasul	900	L	136492735*	1550+90,14x	0,70	*	2779,7 b
		Q	16557507 <sup>ns</sup>	-	-	-	
		Erro	834873	-	-	-	

s m<sup>-2</sup>= sementes m<sup>-2</sup>; R<sup>2</sup>= coeficiente de determinação; P (b<sub>ix</sub>)= probabilidade da significância de inclinação da reta; L= equação linear; Q= equação quadrática. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem significativamente em nível de 5% de probabilidade de erro pelo modelo estatístico de Scott & Knott.

Na análise da taxa diária para o acúmulo de biomassa os benefícios da elevada população de plantas se traduziu em ganhos mais expressivos no genótipo Brisasul, com 90,14 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (Tabela 1). Por outro lado, na densidade mais reduzida, ocorreu menor expressão (59,72 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>). Ressalta-se, que os pontos 300 e 600 sementes m<sup>-2</sup> foram aqueles que indicaram estabilidade no acúmulo de biomassa, com valores de 71,23 e 70,76 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente. Nestas

condições, diferenças genéticas na taxa de produção de biomassa entre as duas cultivares foi detectada. Contudo, os valores médios de produtividade de grãos mostraram os maiores rendimentos nos pontos 300 e 600 sementes m<sup>-2</sup> na cultivar URS Taura. Na Brisasul, a produtividade de grãos nos pontos de 100, 300 e 600 sementes m<sup>-2</sup> não mostrou alteração (Tabela 1), evidenciando maior capacidade competitiva da cultivar, possivelmente, pelo maior potencial de

produção de afilhos férteis. De acordo com OZTURK et al. (2006) o efeito da competição entre plantas em trigo altera a produção de afilhos, com implicações diretas no rendimento de grãos e seus componentes. Segundo estes autores, as constituições genéticas respondem de maneira diferenciada à densidade de semeadura, principalmente pelo potencial de emissão, desenvolvimento e/ou sobrevivência de afilhos. Neste contexto, estudos realizados com trigo indicaram que genótipos de reduzido potencial de afilhamento são mais dependentes da densidade de semeadura. Assim, o número ideal de indivíduos por área sem o risco de excesso ou falta de plantas, pode favorecer na maior estabilidade e resposta a melhoria do ambiente com reflexos diretos sobre o rendimento de grãos (VALÉRIO et al., 2008). Existem interações benéficas que se dão pelo melhor aproveitamento do genótipo aos estímulos ambientais, fatores interligados as condições climáticas, particularidades de solo, densidade e épocas de semeadura, entre outros (ABREU et al., 2006). FLECK et al. (2009) consideram que em etapas iniciais de desenvolvimento das plantas a alta população favorece a rápida cobertura do solo, com benefícios na proteção por erosão e na redução de plantas daninhas. Neste contexto, SCHUCH et al. (2000b) argumentaram sobre a importância da rápida acumulação de biomassa em aveia, condição fortalecida pela taxa de produção de biomassa e uniformidade de emergência, estando este último, diretamente relacionado ao vigor das sementes. Em genótipos de aveia de ciclo tardio, a reduzida população de plantas resultou em efeito crescente sobre a biomassa total, fator atribuído ao maior afilhamento nas menores populações de plantas. Inclusive, as épocas de semeadura e o ciclo das cultivares mostraram efeito significativo sobre a produção de biomassa, interagindo diretamente nas distintas densidades de semeadura testadas (ABREU et al., 2002).

Na tabela 2, a análise da fonte variação de regressão sobre o resíduo de milho também mostrou em todas as equações a significância no quadrado médio de grau um, com inclinação ( $b_{ix}$ ) de reta também significativa. A cultivar URS Taura mostrou a maior expressão no acúmulo de biomassa total ( $MST = a$ ) na densidade de 600 sementes  $m^{-2}$ , com média de 2747  $kg\ ha^{-1}$ . Além disto, as densidades de 100, 300 e 900 sementes  $m^{-2}$  indicaram valores próximos entre si, com 2146, 2301 e 2270  $kg\ ha^{-1}$ . Nestas condições, a taxa de acúmulo de biomassa ( $MST = b_x$ ) nesta cultivar mostrou produção em  $kg\ ha^{-1}\ dia^{-1}$ , conforme as seguintes densidades de sementes  $m^{-2}$  testadas: 100 (68,57), 300 (67,70), 600 (98,75) e 900 (77,32). Ressaltam-se as fortes contribuições na taxa de acúmulo de biomassa para a densidade de 600 sementes  $m^{-2}$ . Na cultivar Brisasul, os resultados indicaram que a menor e maior densidade mostraram os valores médios mais expressivos na MST, com 1830 e 1781  $kg\ ha^{-1}$ , respectivamente (Tabela 2). Nesta condição, a taxa de acúmulo de biomassa em  $kg\ ha^{-1}\ dia^{-1}$  nas diferentes densidades de sementes  $m^{-2}$  foram: 100 (54,32), 300 (63,05), 600 (66,63) e 900 (64,07). Por outro lado, na cultivar Brisasul, as densidades nos pontos 300, 600 e 900 sementes  $m^{-2}$  evidenciaram comportamento similar na produção de biomassa  $dia^{-1}$  (Tabela 2). Tal fato qualifica a maior estabilidade desta cultivar na produção de biomassa, independente das densidades testadas, exceto, na menor população. Estudos de SCHAEDLER et al. (2009) em aveia branca revelaram que a capacidade de interceptação de luz no dossel, população e arranjo de plantas é função da capacidade de afilhamento, estatura de planta, número e distribuição de folhas, área e ângulo foliar, grau de decumbência do limbo e da massa seca de parte aérea. Portanto, argumentam que são os fatores decisivos em definir o adequado ajuste do dossel sob maiores densidades de cultivo.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância de equação de regressão e seus parâmetros para a matéria seca total (MST) em aveia branca com os valores médios gerais de rendimento de grãos (RG) sobre resíduo de milho. DEAg/UNIJUI, 2012.

Cultivar	Densidade (s m <sup>-2</sup> )	Fonte de Variação	Quadrado Médio (MST)	Equação MST=a± b <sub>x</sub> ±c <sub>x</sub> <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	P (b <sub>ix</sub> )	RG (kg ha <sup>-1</sup> )
Taura	100	L	84635265*	2146+68,57x	0,92	*	2056,7 c
		Q	338433 <sup>ns</sup>	-	-	-	
		Erro	1096982	-	-	-	
Taura	300	L	82501251*	2301+67,70x	0,97	*	2764,0 b
		Q	1548158 <sup>ns</sup>	-	-	-	
		Erro	710235	-	-	-	
Taura	600	L	175534050*	2747+98,75x	0,92	*	3284,0 a
		Q	2156492 <sup>ns</sup>	-	-	-	
		Erro	1272803	-	-	-	
Taura	900	L	107599285*	2270+77,32x	0,93	*	3127,8 a
		Q	464101 <sup>ns</sup>	-	-	-	
		Erro	1600401	-	-	-	
Brisasul	100	L	53120071*	1830+54,32x	0,95	*	2080,4 c
		Q	93177 <sup>ns</sup>	-	-	-	
		Erro	448167	-	-	-	
Brisasul	300	L	71561119*	1689+63,05x	0,91	*	2811,1 a
		Q	85410 <sup>ns</sup>	-	-	-	
		Erro	343077	-	-	-	
Brisasul	600	L	57718428*	1251+56,63x	0,92	*	2959,3 a
		Q	978121 <sup>ns</sup>	-	-	-	
		Erro	1083160	-	-	-	
Brisasul	900	L	73904745*	1781+64,07x	0,93	*	2437,5 b
		Q	646415 <sup>ns</sup>	-	-	-	
		Erro	47925	-	-	-	

s m<sup>-2</sup>= sementes m<sup>-2</sup>; R<sup>2</sup>= coeficiente de determinação; P (b<sub>ix</sub>)= probabilidade da significância de inclinação da reta; L= equação linear; Q= equação quadrática. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem significativamente em nível de 5% de probabilidade de erro pelo modelo estatístico de Scott & Knott.

Tal condição sugere uma maior habilidade de conversão da fotossíntese líquida na produção de biomassa num ambiente mais restritivo à liberação de nitrogênio residual. O fornecimento de N às plantas depende, entre outros fatores, da quantidade de matéria orgânica do solo (AMADO et al., 2001), da composição dos

resíduos vegetais (SIQUEIRA NETO et al., 2010) e da expectativa do rendimento (COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 2006). Entre estes fatores, a composição bioquímica dos resíduos é determinante em promover a mineralização ou imobilização do N, refletindo diretamente na maior ou menor taxa de liberação do

nutriente para aproveitamento da cultura subsequente (SIQUEIRA NETO et al., 2010).

Numa análise geral ligando a taxa de produção de biomassa (MST) em  $\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  ( $b_{ix}$ ) e os valores médios de produtividade de grãos (RG) em  $\text{Kg ha}^{-1}$ , se levanta a hipótese que as densidades de semeadura entre 300 a 600 sementes  $\text{m}^{-2}$  representam o intervalo apropriado de recomendação, independente de cultivar e sistema de produção (Tabelas 1 e 2). Esta hipótese ultrapassa o intervalo recomendado pelas indicações técnicas da aveia, que compreende valores entre 200 a 300 sementes viáveis por  $\text{m}^{-2}$ . Buscando elucidar estas questões, na tabela 3 está apresentado o resumo da análise de variância de regressão para a estimativa de ajuste da densidade ideal com base na expressão do caráter rendimento de grãos. No sistema sobre resíduo de soja e milho as equações de grau dois foram adequadas,

confirmado pela significância do coeficiente angular em ambas as cultivares ( $b_{ix}^2$ ). Desta forma, sobre resíduo de soja a densidade ideal em promover a máxima eficiência técnica para a produtividade de grãos nas cultivares URS Taura e Brisasul foram de 501 e 487 sementes  $\text{m}^{-2}$ , respectivamente, e com valores estimados de produtividade de grãos ao redor de 3909,9 e 3544,5  $\text{kg ha}^{-1}$ , respectivamente. No cultivo sobre o resíduo de milho as cultivares URS Taura e Brisasul evidenciaram densidade de semeadura ideal em 681 e 508 sementes  $\text{m}^{-2}$ , respectivamente, e com valores estimados de produtividade ao redor de 3137,8 e 2936,5  $\text{kg ha}^{-1}$ , respectivamente. Estes resultados vêm fortalecer a proposta de uma maior uma quantidade de sementes no emprego de genótipos de aveia branca de estatura e ciclo reduzido, biotipo que vem sendo comumente empregado na região sul do Brasil.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância de equação de regressão e seus parâmetros para a densidade de semeadura ideal em aveia branca com os valores estimados de rendimento de grãos ( $\text{RG}_E$ ). DEAg/UNIJUI, 2012.

Sistema	Cultivar	FV	Quadrado Médio	Equação $\text{RG} = a \pm b_x \pm c_x^2$	$R^2$	P ( $b_{ix}^2$ )	Densidade ( $\text{s m}^{-2}$ )	$\text{RG}_E$ ( $\text{kg ha}^{-1}$ )
Soja/Aveia	Taura	L	122445 <sup>ns</sup>	-	-	-		
		Q	5892990*	$2160+8,03x-0,009x^2$	0,97	*	501	3909,9
		Erro	112587	-	-	-		
	Brisasul	L	52488 <sup>ns</sup>	-	-	-		
		Q	1236031*	$2593+3,91x-0,004x^2$	0,90	*	487	3544,5
		Erro	136139	-	-	-		
Milho/Aveia	Taura	L	2558734 <sup>ns</sup>	-	-	-		
		Q	1022053*	$1587+5,04x-0,004x^2$	0,99	*	681	3137,8
		Erro	52669	-	-	-		
	Brisasul	L	194723 <sup>ns</sup>	-	-	-		
		Q	1644375*	$1646+5,08x-0,005x^2$	0,98	*	508	2936,5
		Erro	46631	-	-	-		
Geral (soja+milho+cultivares)				$1997+5,49x-0,005x^2$	0,96	*	550	3353,5

s  $\text{m}^{-2}$ = sementes  $\text{m}^{-2}$ ;  $R^2$ = coeficiente de determinação; P ( $b_{ix}$ )= probabilidade da significância de inclinação; L= equação linear; Q= equação quadrática.

Contudo, numa função quadrática geral, independente da cultivar utilizada e do sistema de cultivo, a densidade ideal ajustada foi ao redor de 550 sementes viáveis  $\text{m}^{-2}$ ,

resultando numa produtividade de grãos estimada em 3353,5  $\text{kg ha}^{-1}$ . Em trigo considerável aumento de produtividade de grãos foi obtido com o emprego de 500 a 600



sementes  $m^{-2}$  (SILVEIRA et al., 2010). VALÉRIO et al. (2008) já vinham relatando que genótipos de trigo precoces e com reduzido potencial de afilhamento são mais dependentes do correto ajuste da densidade de semeadura, sugerindo em valores mais elevados do que a recomendação para alavancar a produtividade de grãos. A máxima exploração do potencial genético de uma cultivar está relacionada ao melhor aproveitamento dos estímulos ambientais, sugerindo que o ajuste da densidade de semeadura se traduz numa eficiente alternativa em promover à produtividade vegetal (DARWINKEL, 1978; KRÜGER et al., 2011).

Os resultados obtidos aliada a outras pesquisas fortalecem os benefícios no incremento da densidade de semeadura no biotipo padrão de aveia branca considerado neste estudo, almejando simultaneamente uma maior taxa de produção de biomassa com rendimento de grãos. Afora isto, os benefícios ao sistema de semeadura direta, incrementando a cobertura de palha sobre o solo evitando erosão e maior aproveitamento dos nutrientes à cultura subsequente pelo resíduo vegetal em decomposição. Neste contexto, VALÉRIO, et al. (2008) reforçam da necessidade de ajuste da interação genótipo versus densidade de cultivo, principalmente, em genótipos de reduzido potencial de afilhamento. Tal afirmativa, em partes parece consistente, pois, quando em cultivo no precedente milho/aveia a cultivar URS Taura, de reduzido afilhamento, mostrou a necessidade de maior densidade de sementes para incrementar o RG. Por outro lado, sobre o resíduo de soja, os valores observados não se mostraram evidentes (Tabela 3). Desta forma, o ajuste da densidade ideal nas condições de cultivo pode determinar em alteração do platô de rendimento de grãos. Resposta também observada em outras culturas como soja, milho e trigo (LIMA et al., 2008; STRIEDER et al., 2008; SILVEIRA et al. 2010).

## CONCLUSÕES

A taxa diária de produção de matéria seca nas distintas densidades de semeadura mostra diferenças genéticas entre as cultivares URS Taura e Brisasul na eficiência de energia transformada em biomassa e grãos nos sistemas de cultivo.

A máxima produtividade de grãos entre os genótipos de aveia branca de estatura e ciclo mais reduzido indicam uma densidade de semeadura ajustada em 550 sementes  $m^{-2}$ , superior a recomendação técnica da espécie.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, FAPERGS e à UNIJUI pelo aporte dos recursos destinados ao desenvolvimento deste estudo e pelas bolsas de Iniciação Científica e de Apoio Técnico, de Pós-graduação e de Produtividade em Pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M.L.; SANGOI, L.; ENDER, M. et al. Tillering does not interfere on White oat grain yield response to plant density. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60 n. 2, p. 253-258, 2003.
- ABREU, G.T.de. **Desempenho de aveia branca (*Avena sativa* L.) em função da população de plantas**. Pelotas, 2001. 49p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas.
- ABREU, G.T.de; SCHUCH, L.O.B.; MAIA, M.de S. Análise do crescimento e utilização de nitrogênio em aveia branca (*Avena sativa* L.) em função da população de plantas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.8, n. 2, p. 111-116, 2002.
- ABREU, G.T.de; SCHUCH, L.O.B.; MAIA, M.de S. et al. Efeito da população de plantas do cultivar UPF 18 de aveia branca (*Avena sativa* L.) sobre a produção de biomassa.

**Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.12, n.1, p. 31-36, 2006.

AMADO T.J.C.; BAYER, C.; ELTZ F.L.F. et al. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p.189-197, 2001.

BENIN, G.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C. et al. Early generation selection strategy for yield and yield components in white oat. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, n.4, p. 357-365, 2005.

CECCON, G.; GRASSI FILHO, H.; BICUDO, S.J. Rendimento de grãos de aveia branca (*Avena sativa* L.) em densidades de plantas e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n.6, p.1723-1729, 2004.

COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. **Indicações Técnicas para Cultura da Aveia**. Guarapuava: A comissão: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2006, 82p.

CRESTANI, M.; 2011. **Interação genótipo vs. ambiente e capacidade combinatória para caracteres de interesse agrônômicos na cultura da aveia branca (*Avena sativa* L.)**. Pelotas, 2011, 201p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2001.

DAL MOLIN, V.T.S. 2011. **Avaliação Química e Sensorial do Grão da Aveia em diferentes formas de Processamento**. Santa Maria, 2011, 80p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria.

DARWINKEL, A. Patterns of tillering and grain production of winter wheat at a wide range of plant densities. **Netherlands Journal Agricultural Science**, v.26, p. 383-398, 1978.

FLECK, N.G.; SCHAEGLER, C.E.; AGOSTINETTO, D. et al. Associação de características de planta em cultivares de

aveia com habilidade competitiva. **Planta Daninha**, Viçosa, v.27 n.2, p. 211-220, 2009.

KRÜGER, C.A.M.B.; SILVA, J.A.G. da; MEDEIROS, S.L.P. et al. Arranjo de plantas na expressão dos componentes da produtividade de grãos de canola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.11, p. 1448-1453, 2011.

KUINCHTNER, A.; BURIOL, G.A. Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia**. Série Ciências Exatas, Santa Maria, v.2, p.171-182, 2001.

LIMA, W.F.; PÍPOLO, A.E.; MOREIRA, J.U.V. et al. Interação genótipo-ambiente de soja convencional e transgênica resistente a glifosato, no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, p.729-736, 2008.

OZTURK, A.; CAGLAR, O.; BULUT, S. Growth and yield response of facultative wheat to winter sowing, freezing sowing and spring sowing at different seeding rates. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Berlin, v.192, p. 10-16, 2006.

ROCHA, F.A.; MARTINEZ, M.A.; MATOS, A.T. et al. Modelo numérico do transporte de nitrogênio no solo. Parte II: reações biológicas durante a lixiviação. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.1, p. 54-61, 2008.

SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306p, 2006.

SCHAEGLER, C.E.; FLECK, N.G.; AGOSTINETTO, D. et al. Uso associado e contribuições relativas de genótipos de aveia e de práticas de manejo à competitividade da cultura com plantas concorrentes. **Planta Daninha**, Viçosa, v.27, p. 957-965, 2009.

SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N. et al. Vigor de sementes de populações de aveia preta: II. Desempenho e utilização de nitrogênio. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, p. 121-127, 2000a.

SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N. et al. Emergência no campo e crescimento inicial de aveia preta em resposta ao vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrocência**, Pelotas, v.6, p. 97-101, 2000b.

SILVEIRA, G. da; CARVALHO, F.I.F.de; OLIVEIRA, A.C.de et al. Efeito da densidade de semeadura e potencial de afilhamento sobre a adaptabilidade e estabilidade em trigo. **Bragantia**, São Paulo, v.69, p. 63-70, 2010.

SIQUEIRA NETO, M.; SCOPEL, E.; CORBEELS, M. et al. Soil carbon stocks under no-tillage mulch-based cropping systems in the Brazilian Cerrado: An on-farm synchronic assessment. **Soil Tillage Research.**, Amsterdam, v.110, p. 187-195, 2010.

SPARKES, D.L.; HOLME, S.J.; GAJU, O. Does light quality initiate tiller death in wheat? **European Journal of Agronomy**, Montpellier, v.24, n.3, p. 212-217, 2006.

STRIEDER, M.L.; SILVA, P.R.F. da; RAMBO, L. et al. Crop management systems and maize grain yield under narrow row spacing. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.65, p.346-353, 2008.

VALÉRIO, I.P.; CARVALHO, F.I.F. de; OLIVEIRA, A.C. de et al. Fatores relacionados à produção e desenvolvimento de afilhos em trigo. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, p. 1207-1218, 2009.

VALÉRIO, I.P.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C. de et al. Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, p. 319-326, 2008.

WENDLING, A.; ELTZ, F.; CUBILLA, M. et al. Recomendação de adubação nitrogenada para trigo em sucessão ao milho e soja sob sistema plantio direto no Paraguai. **Revista Brasileira Ciência Solo**. Viçosa, v.31, p. 985-994, 2007.

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W. S.; KUNZ, R. P. et al. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem regulador de crescimento

afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.1, p.25-29, 2002.