



Densidade de semeadura de aveia-preta para máxima produtividade de biomassa



ISSN 1677-8901
Novembro/2023

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Trigo
Ministério da Agricultura e Pecuária*

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
109**

Densidade de semeadura de aveia-preta
para máxima produtividade de biomassa

*Osmar Rodrigues
Alfredo do Nascimento Junior
Edson Roberto Costenaro
Pedro Mathias Peres Weschenfelder*

Embrapa Trigo
Passo Fundo, RS
2023

Embrapa Trigo
Rodovia BR-285, Km 294
Caixa Postal 78
99050-970 Passo Fundo, RS
Telefone: (54) 3316-5800
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Trigo

Presidente
Leila Maria Costamilan

Vice-Presidente
Eliana Maria Guarienti

Secretária
Marialba Osorski dos Santos

Membros
*Alberto Luiz Marsaro Júnior, João Leodato
Nunes Maciel, João Leonardo Fernandes Pires,
Joaquim Soares Sobrinho, Jorge Alberto de
Gouvêa, Martha Zavariz de Miranda e Sirio
Wiethölter*

Normalização bibliográfica
Graciela Olivella Oliveira (CRB 10/1434)

Tratamento das ilustrações e editoração
eletrônica
Márcia Barrocas Moreira Pimentel

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Foto da capa
Alfredo do Nascimento Junior

1ª edição
Publicação digital (2023): PDF

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Trigo

Densidade de semeadura de aveia-preta para máxima produtividade de biomassa /
Osmar Rodrigues ... [et al.]. — Passo Fundo : Embrapa Trigo, 2023.
PDF (20 p.) : il. color.— (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Trigo,
ISSN 1677-8901 ; 109)

1. Aveia forrageira. 2. Avena strigosa. 3. Biomassa. I. Rodrigues, Osmar. II.
Nascimento Junior, Alfredo do. III. Costenaro, Edson Roberto. IV. Weschenfelder,
Pedro Mathias Peres. V. Embrapa Trigo. VI. Série.

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	11
Conclusões.....	18
Referências	18

Densidade de semeadura de aveia-preta para máxima produtividade de biomassa

Osmar Rodrigues¹

Alfredo do Nascimento Junior²

Edson Roberto Costenaro³

Pedro Mathias Peres Weschenfelder⁴

Resumo – A população de plantas para o máximo aproveitamento dos recursos do ambiente varia de acordo com as características específicas dos genótipos. No caso da aveia-preta, que se destina à produção de forragem, população abaixo do ideal pode resultar em baixa produtividade. Entretanto, populações elevadas, em que pese maior produção inicial de biomassa, podem reduzir a produtividade final e aumentar o custo de produção. Esse aspecto do manejo de aveia-preta não tem merecido, por parte da pesquisa, grande atenção. Para tal, foi avaliada a produção de biomassa em três densidades de plantas (200, 300 e 400 plantas m⁻²) em três cultivares de aveia-preta [Embrapa 139 (Neblina), BRS Pampeana e BRS Tropeira], durante os anos 2019 e 2020. A densidade de plantas não afetou a produção de biomassa acumulada em quatro cortes, bem como o rendimento de grãos nas cultivares. As densidades de 300 e 400 plantas m⁻² apresentaram o melhor desempenho, considerando a oferta precoce de biomassa seca (primeiro corte). Porém, nos cortes subsequentes (segundo corte em 2019 e terceiro corte em 2020), a densidade de 200 plantas m⁻² superou as demais, igualando a produção de biomassa acumulada nos quatro cortes, o que pode representar economia de custos na implantação da forrageira.

Termos para indexação: *Avena strigosa*, população de plantas, biomassa, genótipos.

¹ Engenheiro-agrônomo, mestre em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia/Produção Vegetal, ex-pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

³ Químico Industrial, doutor em Química, analista da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

⁴ Estudante de graduação da Universidade de Passo Fundo, bolsista CNPq na Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Black oat sowing density for maximum biomass productivity

Abstract – The plant population for maximum use of environmental resources varies according to the specific characteristics of the genotypes. In the case of black oats, which are intended for forage production, a suboptimal population can result in low productivity. On the other hand, high populations, despite higher initial biomass production, can reduce final productivity and increase production costs. This aspect of black oats management has not received much research attention. For this purpose, biomass production was evaluated at three plant densities (200, 300, and 400 plants m⁻²) in three black oat cultivars [Embrapa 139 (Neblina), BRS Pampeana, and BRS Tropeira], during 2019 and 2020. The plant density used did not affect the accumulated biomass production in four cuts, as well as the grain yield in the studied cultivars. The densities of 300 and 400 plants m⁻² showed the best performance, considering the early supply of dry biomass (first cut). However, in subsequent cuts (second cut in 2019 and third cut in 2020), the density of 200 plants m⁻² surpassed the others, equaling the accumulated biomass production in the four cuts, which may represent cost savings in implementing forage.

Index terms: *Avena strigosa*, plant population, biomass, genotypes.

Introdução

As fases de desenvolvimento das aveias, bem como dos demais cereais de inverno, como trigo e cevada, são fortemente influenciadas por respostas ao fotoperíodo e à vernalização (Brouwer; Flood, 1995). As aveias respondem quantitativamente a fotoperíodos de dias longos, com a duração do período entre a semeadura e a emergência das panículas decrescendo progressivamente com o aumento do comprimento do dia. Neste sentido, a capacidade de afilhamento é reduzida por fotoperíodos longos (Peltonen-Sainio; Jairvinen, 1995), por luz com baixa relação vermelho/vermelho extremo (Almeida; Mundstock, 2001), por altas temperaturas, por solos compactados (Merotto Junior, 1995) e/ou por baixa fertilidade e baixa disponibilidade de água.

A aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb), por ser uma espécie rústica, pouco exigente em fertilidade de solo, tem sido apontada como bem adaptada no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul (Derpsch; Calegari, 1992). Esta espécie, cuja inflorescência é uma panícula piramidal, terminal e aberta, apresenta espiguetas contendo de um a três grãos (Bonnett, 1961). Possui grande capacidade de afilhamento, crescimento vigoroso e tolerância ao alumínio. É a forrageira anual de inverno mais utilizada para pastejo no Sul do Brasil (Rodrigues et al., 1998; Fontaneli et al., 2012). Contudo, sua área de cultivo ainda é subutilizada na Região Sul do Brasil, principalmente no período de inverno. Nessa estação, poderia ser intensificada sua utilização para a produção de forragem destinada ao consumo animal (Roso; Restle, 2000; Del Duca et al., 1997, 2003), melhorando o retorno econômico da propriedade, ou mesmo para produção de cobertura vegetal para controle de plantas daninhas (Schaedler et al., 2009). Nesse sentido, a aveia-preta destaca-se entre as espécies cultivadas no inverno, nas formas de pasto, de forragem conservada e, também, como duplo-propósito, nas formas de pastejo direto e de produção de grãos (Terra-Lopes et al., 2009).

A aveia-preta, pelo seu forte afilhamento e sistema radicular decorrente da sua grande rusticidade, propicia melhorias nas propriedades físicas e químicas do solo. Outros benefícios da aveia estão na redução das perdas de solo por erosão, na redução da quantidade de plantas daninhas e na menor incidência de pragas e doenças em campo (Machado, 2000; Carvalho; Strack, 2014). Seu sistema de afilhamento decorre do desenvolvimento de gemas a

partir da terceira folha expandida, seguindo na emissão de novos afilhos a cada folha expandida (Masle, 1985). Condições de ambiente parecem afetar mais o crescimento dos afilhos do que a iniciação das gemas dos afilhos (Klepper et al., 1982). Contudo, o afilhamento em gramíneas anuais tem sido apontado por Castro e Kluge (1999) como mais favorecido por alta intensidade luminosa e pela nutrição adequada em estádios iniciais (Mundstock; Bredemeier, 2001).

Apesar da grande importância da aveia-preta nos sistemas de produção no outono/inverno no Sul do Brasil, poucas informações tecnológicas estão disponíveis sobre o manejo de aveia-preta para máxima produção de forragem e grãos. Estudos aproveitando suas principais características (afilhamento e rusticidade) para o máximo aproveitamento dos recursos do ambiente (temperatura, nutrição, radiação e água) são fundamentais para a máxima produção e consequente geração de renda a longo prazo na propriedade. Para esse propósito, a distribuição de plantas no tempo e no espaço é a estratégia técnica que está disponível para o aproveitamento desses recursos.

A quantidade ideal de sementes por metro quadrado é a estratégia utilizada para aproveitamento da radiação, um dos principais recursos responsáveis por potencializar os rendimentos de biomassa. Com densidades abaixo do ideal, a interceptação de radiação é menor e o rendimento é reduzido, resultando em prejuízos. Entretanto, densidades elevadas proporcionam maiores ganhos iniciais de biomassa, mas, no resultado final (produção total acumulada de biomassa) após vários pastejos, os ganhos podem não justificar o maior gasto com sementes. Assim, densidades elevadas, em que pesem ganhos iniciais de biomassa maiores, podem provocar autossombreamento, pois folhas inferiores recebem pouca luz, diminuindo sua eficiência fotossintética (Lemerle et al., 2006; Parsons et al., 1994), repercutindo negativamente no afilhamento. Tal repercussão, apesar das posteriores remoções de área foliar pelos pastejos, pode ter reflexos no afilhamento (iniciação de gemas de afilhos) e, conseqüentemente, na produção final de biomassa.

Com o contínuo melhoramento genético da aveia-preta, cultivares são lançadas com diferentes capacidades de afilhamento e rusticidade, bem como com arquitetura foliar modificada, através da redução na estatura de plantas e de sua área foliar. Tais condições impõem ajustes frequentes no arranjo de plantas no espaço para máxima interceptação da radiação (índice de área fo-

liar) para produção de biomassa. Desta forma, é de suma importância ajustar a densidade de plantas às diferentes arquiteturas de cultivares de aveia-preta desenvolvidas por programas de melhoramento, e reduzir os custos gerados com a população de plantas inadequada. Esse aspecto do arranjo de plantas no espaço, principalmente em aveia-preta, envolvendo o custo de sementes, não tem merecido, por parte da pesquisa, grande atenção.

Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da densidade de plantas na produção de biomassa em cultivares de aveia-preta para produção de forragem e grãos, contribuindo para acabar com a fome e melhorando a segurança alimentar em uma agricultura mais sustentável, participando das metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 2 (ODS 2).

Material e Métodos

Condições gerais e desenho experimental

Os experimentos foram conduzidos em condições de campo nos anos de 2019 e 2020 na Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS (28°15'S e 52°24'O), em área de clima subtropical e solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico, de textura argilosa, relevo ondulado e substrato basalto. O solo foi corrigido com adubação fosfatada e potássica, cujas características resultantes estão apresentadas na Tabela 1. Nesse período, foram avaliadas as cultivares de aveia-preta Embrapa 139 (Neblina), BRS Pampeana e BRS Tropeira. A semeadura dos três genótipos foi realizada mecanicamente no mês de maio de cada ano (Tabela 2). Após a emergência das plântulas, foi efetuado o desbaste para obtenção de 200, 300 ou 400 plantas aptas por m².

Para controle de pragas e doenças, foi utilizado o controle químico mediante aplicações periódicas em conformidade com as indicações da Comissão Sul-brasileira de Pesquisa de Aveia (Comissão..., 2006). Para controle de plantas daninhas, foi utilizado o controle manual, quando necessário.

Os experimentos seguiram o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. Utilizou-se o esquema fatorial de três genótipos x três densidades. Cada parcela experimental foi constituída por cinco linhas, com espaçamento de 0,20 m entre linhas e com 6,00 m de compri-

mento, perfazendo área total de 6 m². Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade, para comparação múltipla de médias, de acordo com rotina do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2011).

Tabela 1. Análise química do solo da área de ensaio com aveia-preta em 2019, em coleta de 0 cm a 20 cm de profundidade, na Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Textura	Argila g dm ⁻³	pH H ₂ O	Índice SMP	P		K		MO g dm ⁻³
				mg dm ⁻³		mg dm ⁻³		
2	540	5,3	5,4	38,3	212			40
Al	Mg	Ca	H+Al	CTC	CTCe			S
mmol _c dm ⁻³								
5,6	20,6	50,6	86,8	163,5	82,2			76,6
V (%)	Ca	Mg	K	H+Al		Al		Al (%)
	% de saturação da CTC							
46,9	31,0	12,6	3,3	53,1	6,8			

Tabela 2. Datas de semeadura, de emergência, de cortes e de colheita de grãos de três cultivares de aveia-preta cultivadas em Passo Fundo, RS, em 2019 e 2020.

Ano	Semeadura	Emergência	1° corte	2° corte	3° corte	4° corte	Colheita
2019	2 maio	11 maio	19 jun.	22 jul.	15 ago.	7 set.	24 out.
2020	5 maio	17 maio	29 jun.	30 jul.	24 ago.	21 set.	28 out.

Determinações

A determinação da produção de biomassa da parte aérea (MS) foi feita em área de 0,6 m² (3 linhas x 1,00 m x 0,20 m), previamente demarcada em cada parcela, nos estandes de plantas previamente ajustados. Quando as plantas atingiram, aproximadamente, 0,20 m de altura, foram cortadas manualmente a uma altura de 0,07 m do solo, em quatro cortes realizados no desenvolvimento vegetativo das cultivares (Tabela 2). A biomassa da parte aérea das plantas, após a coleta, foi levada para estufa a 40 °C, onde permaneceu até atingir peso constante. Após a coleta das amostras, as plantas remanescentes foram roçadas mecanicamente, para uniformização.

Para a determinação do número de afilhos por planta, subamostras representativas de 10 plantas foram retiradas de 1,00 m linear em uma das linhas de semeadura de cada parcela experimental, antes do segundo corte.

A avaliação do rendimento de grãos das cultivares foi realizada na maturação plena, após as parcelas terem recebidos três cortes (RGP3), em área de colheita de 0,6 m² por parcela, com a umidade dos grãos corrigida para 13%. Para tal, após o terceiro corte, as parcelas foram divididas, e a primeira metade foi mantida sem corte para produção de grãos; a outra metade foi cortada, no devido momento, para compor a produção de biomassa do quarto corte.

Resultados e Discussão

O resumo da análise de variância para os parâmetros avaliados nos dois anos de estudos é apresentado na Tabela 3, para 2019, e na Tabela 4, para 2020. Nos dois anos, não foram encontradas interações significativas entre cultivares e densidades de plantas, apenas diferenças significativas para cultivares e para densidades, isoladamente.

Tabela 3. Valores do teste F da análise de variância para os parâmetros relacionados à produção de biomassa de quatro cortes, biomassa total, número de afilhos antes do segundo corte e rendimento de grãos após três cortes (RGP3), e média dos valores de rendimento de grãos de três cultivares de aveia-preta em três densidades de semeadura, em 2019, em Passo Fundo, RS.

Fator de variação	Biomassa (kg ha ⁻¹)					N° de afilhos	RGP3 (kg ha ⁻¹)
	1° corte	2° corte	3° corte	4° corte	Total		
C ⁽¹⁾	0,028 ^{ns}	6,795 [*]	4,431 [*]	4,966 [*]	2,680 ^{ns}	14,96 [*]	1,299 ^{ns}
D ⁽²⁾	6,834 [*]	19,04 [*]	0,179 ^{ns}	1,543 ^{ns}	1,423 ^{ns}	3,853 [*]	1,139 ^{ns}
C x D	0,275 ^{ns}	1,19 ^{ns}	0,293 ^{ns}	1,686 ^{ns}	0,360 ^{ns}	1,366 ^{ns}	0,693 ^{ns}
Bloco	0,067 ^{ns}	3,624 [*]	2,046 ^{ns}	1,986 ^{ns}	3,351 [*]	2,619 ^{ns}	1,776 ^{ns}
Média	1.012,06	861,17	1.170,99	3.301,40	6.345,62	5,08	2.511,21
CV ⁽³⁾ (%)	15,14	11,86	10,98	7,44	4,81	13,68	9,75

⁽¹⁾ C: cultivar de aveia-preta [Embrapa 139 (Neblina), BRS Pampeana e BRS Tropeira].

⁽²⁾ D: densidade de semeadura (200, 300 ou 400 plantas m⁻²).

⁽³⁾ CV: coeficiente de variação.

^{ns} e ^{*} Não significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 4. Valores do teste F da análise de variância para os parâmetros relacionados à produção de biomassa de quatro cortes, biomassa total, número de afilhos antes do segundo corte e rendimento de grãos após três cortes (RGP3), e média dos valores de rendimento de grãos de três cultivares de aveia-preta em três densidades de semeadura, em 2020, em Passo Fundo, RS.

Fator de variação	Biomassa (kg ha ⁻¹)					N° de afilhos	RGP3 (kg ha ⁻¹)
	1° corte	2° corte	3° corte	4° corte	Total		
C ⁽¹⁾	0,142 ^{ns}	13,211 [*]	0,904 ^{ns}	3,350 [*]	11,266 [*]	4,373 [*]	6,366 [*]
D ⁽²⁾	11,886 [*]	1,452 ^{ns}	6,986 [*]	0,335 ^{ns}	0,697 ^{ns}	8,298 [*]	2,723 ^{ns}
C x D	1,204 ^{ns}	0,578 ^{ns}	0,569 ^{ns}	0,782 ^{ns}	0,133 ^{ns}	1,050 ^{ns}	1,188 ^{ns}
Bloco	0,654 ^{ns}	3,632 [*]	2,726 [*]	1,085 ^{ns}	2,840 [*]	1,879 ^{ns}	2,514 ^{ns}
Média	989,99	1.053,02	666,00	2.010,97	4.719,98	4,85	2.261,32
CV ⁽³⁾ (%)	8,42	9,07	12,44	8,66	4,71	15,17	12,90

⁽¹⁾ C: cultivar de aveia-preta [Embrapa 139 (Neblina), BRS Pampeana e BRS Tropeira].

⁽²⁾ D: densidade de semeadura (200, 300 ou 400 plantas m⁻²).

⁽³⁾ CV: coeficiente de variação.

^{ns} e ^{*} Não significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

Entre as cultivares estudadas em 2019 (Tabela 3), foram observadas diferenças significativas no número de afilhos e na produção de biomassa no segundo, no terceiro e no quarto cortes, apesar de não haver reflexo na produção total acumulada nos quatro cortes. Ainda, não se observou diferença no rendimento de grãos das cultivares após três cortes (RGP3). Com relação à densidade de plantas (D), observou-se diferença significativa no número de afilhos e na produção de biomassa somente no primeiro e no segundo cortes.

No segundo ano (Tabela 4), considerando as cultivares, observou-se que, com exceção da produção de biomassa no primeiro e no terceiro cortes, nos demais parâmetros as cultivares apresentaram diferenças significativas. Nesse mesmo ano, em relação ao efeito das densidades, observaram-se diferenças significativas no número de afilhos e na produção de biomassa no primeiro e no terceiro cortes, apesar da ausência de efeito na biomassa acumulada no total dos quatro cortes.

Cultivares

Produção de biomassa e de afilhos: com relação aos cortes realizados durante o crescimento das cultivares em 2019, observou-se que a cultivar BRS Tropeira obteve produções de biomassa, no segundo e quarto cortes, inferiores à BRS Pampeana, não diferindo da Embrapa 139 (Neblina) (Tabela 5). Contudo, no terceiro corte, BRS Tropeira foi superior à BRS Pampeana e novamente semelhante à Embrapa 19 (Neblina), o que proporcionou uma produção de biomassa acumulada, nos quatro cortes, no mesmo nível das demais cultivares. O mesmo comportamento ocorreu em 2020, mas não foi suficiente para BRS Tropeira ter a mesma produção de biomassa das demais cultivares, acumulada nos quatro cortes (Tabela 6). Tal comportamento da BRS Tropeira em 2020 pode ser atribuído à sua baixa capacidade de afilhamento (Tabela 7) e, em decorrência, da sua baixa área foliar inicial. Isso pode ser oriundo do fato de que, em gramíneas como a aveia-preta, que possui alta capacidade de afilhamento (Rossetto; Nakagawa, 2001), a área foliar ser fortemente dependente do afilhamento. Essa característica morfofisiológica é muito importante na aveia-preta e contribui para o estabelecimento de um Índice de Área Foliar (IAF) satisfatório para interceptação da radiação necessária para sustentação do rebrote.

Tabela 5. Produção de biomassa (MS) de cultivares de aveia-preta em diferentes épocas de cortes, em 2019, em Passo Fundo, RS.

Cultivar	MS (kg ha ⁻¹) ⁽¹⁾				
	1° corte	2° corte	3° corte	4° corte	Acumulada de quatro cortes
Embrapa 139 (Neblina)	1.011 a	846 ab	1.163 ab	3.353 ab	6.373 a
BRS Pampeana	1.005 a	944 a	1.097 b	3.427 a	6.473 a
BRS Tropeira	1.020 a	793 b	1.253 a	3.124 b	6.190 a
CV ⁽²⁾ (%)	15,14	11,86	10,98	7,44	4,81

⁽¹⁾ Dados representam a média de três densidades de plantas (200, 300 e 400 plantas m⁻²).

⁽²⁾ CV: coeficiente de variação.

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Produção de biomassa (MS) de cultivares de aveia-preta em diferentes épocas de cortes, em 2020, em Passo Fundo, RS.

Cultivar	MS (kg ha ⁻¹) ⁽¹⁾				
	1° corte	2° corte	3° corte	4° corte	Acumulada de quatro cortes
Embrapa 139 (Neblina)	1.000 a	1.041 b	662 a	2.032 ab	4.735 a
BRS Pampeana	987 a	1.158 a	691 a	2.090 a	4.926 a
BRS Tropeira	982 a	959 b	646 a	1.910 b	4.497 b
CV ⁽²⁾ (%)	8,42	9,07	12,44	8,66	4,12

⁽¹⁾ Dados representam a média de três densidades de plantas (200, 300 e 400 plantas m⁻²).

⁽²⁾ CV: coeficiente de variação.

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 7. Número de afilhos antes do segundo corte e rendimento de grãos após o terceiro corte de cultivares de aveia-preta em dois anos (2019 e 2020), em Passo Fundo, RS.

Cultivar	Nº de afilhos ⁽¹⁾	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹) ⁽¹⁾
	2019	
Embrapa 139 (Neblina)	5,8 a	2.462 a
BRS Pampeana	5,2 a	2.467 a
BRS Tropeira	4,2 b	2.604 a
CV ⁽²⁾ (%)	13,68	9,75
2020		
Embrapa 139 (Neblina)	4,9 ab	2.297 ab
BRS Pampeana	5,3 a	2.033 b
BRS Tropeira	4,4 b	2.454 a
CV ⁽²⁾ (%)	15,17	12,90

⁽¹⁾ Dados representam a média de três densidades de plantas (200, 300 e 400 plantas m⁻²).

⁽²⁾ CV: coeficiente de variação.

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Rendimento de grãos: em 2019, não foram observadas diferenças entre as cultivares (Tabela 7). Em 2020, a cultivar BRS Pampeana apresentou produtividade de grãos inferior à cultivar BRS Tropeira e semelhante à Embrapa 139 (Neblina). A maior produtividade de grãos da cultivar BRS Tropeira, comparati-

vamente à cultivar BRS Pampeana, pode ter sido influenciada pelas melhores condições de produção de grãos decorrentes do afilhamento mais adequado.

Densidades de semeadura

Produção de biomassa e de afilhos: a densidade de 200 plantas m^{-2} , nos dois anos de estudos, apresentou a menor produção de biomassa no primeiro corte (Tabela 8). Esses resultados eram esperados em função da menor quantidade de sementes utilizada na semeadura para produção de biomassa no crescimento inicial (primeiro corte). Entretanto, no segundo corte, em 2019, a biomassa na densidade de 200 plantas m^{-2} igualou-se à produção de biomassa na densidade de 300 plantas m^{-2} e ambas superaram a produção de biomassa na densidade de 400 plantas m^{-2} . Da mesma forma, no ano de 2020, a produção de biomassa no segundo corte, na densidade de 200 plantas m^{-2} , foi superior à sua produção de biomassa no primeiro corte e igualou-se às produções nas densidades de 300 e de 400 plantas m^{-2} . No terceiro corte, observou-se que não houve diferença significativa na produção de biomassa em 2019 entre as densidades. Entretanto, em 2020, a produção de biomassa no terceiro corte, na densidade de 200 plantas m^{-2} , superou a produção da densidade de 400 plantas m^{-2} , mas não diferiu da produção da densidade de 300 plantas m^{-2} . A recuperação da produção de biomassa com a densidade de 200 plantas m^{-2} após o segundo corte, nos dois anos, pode ser devida à diminuição da competição intraespecífica (Argenta et al., 2001) e à potencialização da qualidade da luz interceptada (Almeida; Mundstock, 2001), aumentando a massa seca dos perfilhos e do colmo principal (Peltonen-Sainio; Jarvinen, 1995). No quarto corte, quando as plantas estavam com o grão leitoso, não se observaram diferenças significativas na produção de biomassa entre as densidades usadas, nos dois anos. A produção de biomassa acumulada nos quatro cortes não apresentou diferenças significativas entre as densidades, atingindo médias entre 6.229 $kg\ ha^{-1}$ e 4.781 $kg\ ha^{-1}$ nos anos de 2019 e 2020, respectivamente. Isso pode significar que a utilização da densidade de 200 plantas m^{-2} representaria economia no custo na implantação da forrageira, bem como poderia criar um ambiente favorável para maior resistência à geadas (dados não publicados), frequente no estado do Rio Grande do Sul durante o ciclo de produção dessa espécie.

Tabela 8. Média de produção de biomassa (MS) de três cultivares de aveia-preta [Embrapa 139 (Neblina), BRS Pampeana e BRS Tropeira] em diferentes épocas de cortes, em resposta a três densidades de plantas em dois anos (2019 e 2020), em Passo Fundo, RS.

Densidade (nº plantas m ⁻²)	MS (kg ha ⁻¹)				Acumulada de quatro cortes
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte	
2019					
200	879 b	978 a	1.174 a	3.403 a	6.434a
300	1.079 a	882 a	1.154 a	3.260 a	6.375 a
400	1.079 a	723 b	1.185 a	3.242 a	6.229 a
CV ⁽¹⁾ (%)	15,14	11,86	10,98	7,44	4,71
2020					
200	905 b	1.050 a	734 a	1.995 a	4.684 a
300	994 a	1.088 a	655 ab	2.044 a	4.781 a
400	1.071 a	1.022 a	609 b	1.993 a	4.695 a
CV ⁽¹⁾ (%)	8,42	9,07	12,44	8,66	4,12

⁽¹⁾ CV: coeficiente de variação.

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O número de filhotes avaliado no momento do segundo corte, nas populações de 200 e de 300 plantas m⁻², foi significativamente superior ao observado na densidade de 400 plantas m⁻², nos dois anos (Tabela 9), o que também corrobora a vantagem da população de 200 plantas m⁻² no sistema de produção de forragem de inverno. A vantagem do número inicial de plantas da população de 400 plantas m⁻² na produção de biomassa, em relação à população de 200 plantas m⁻², no primeiro corte, foi superada no segundo e no terceiro cortes, nos anos de 2019 e 2020. Esta condição foi suportada pelo maior afilhamento na densidade de 200 plantas m⁻². Portanto, a preferência dos produtores por densidades mais elevadas no estabelecimento dos campos de aveia-preta no início da estação, frequentemente estimulados pela carência alimentar do vazio outonal e pela maior oferta de forragem inicial (primeiro pastejo), pode, no segundo ou no terceiro pastejo (dependendo das condições do ano), sofrer redução na oferta de forragem. Nessa situação, considerando que não ocorreu diferença na produção de biomassa acumulada nos quatro cortes (Tabela 8), a utilização de densidades de 400 plantas m⁻² somente agregará custo na produção pelo uso de maior número de se-

mentes. Tais resultados confirmam que a densidade adequada de plantas de aveia-preta depende diretamente da capacidade de afilhamento, melhorando o aproveitamento dos recursos do ambiente (água, luz, temperatura, radiação e nutrientes).

Tabela 9. Média do número de afilhos antes do segundo corte e média de rendimento de grãos após o terceiro corte de três cultivares de aveia-preta [Embrapa 139 (Nebli-na), BRS Pampeana e BRS Tropeira] em resposta a três densidades de plantas em dois anos (2019 e 2020), em Passo Fundo, RS.

Densidade (nº plantas m ²)	Nº de afilhos ⁽¹⁾	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹) ⁽¹⁾
2019		
200	5,5 a	2.585 a
300	4,9 ab	2.513 a
400	4,8 b	2.435 a
CV ⁽²⁾ (%)	13,68	9,75
2020		
200	5,4 a	2.341 a
300	4,9 ab	2.343 a
400	4,2 b	2.101 a
CV ⁽²⁾ (%)	15,17	12,90

⁽¹⁾ Dados representam a média das cultivares de aveia-preta estudadas.

⁽²⁾ CV: coeficiente de variação.

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Produção de grãos: com relação ao rendimento de grãos, avaliado após o terceiro corte, não foram observadas diferenças significativas entre as densidades de plantas usadas nos dois anos de estudo (Tabela 9). Em dados absolutos, o rendimento médio de grãos foi de 2.511 kg ha⁻¹, em 2019, e de 2.262 kg ha⁻¹, em 2020. A maior produtividade de grãos foi de 2.585 kg ha⁻¹ na densidade de 200 plantas m⁻², em 2019, superior à obtida por Debiasi et al. (2007), em que pesem os diferentes materiais genéticos utilizados. Por outro lado, Schuch et al. (2000) também observaram a ausência de diferença no rendimento de grãos de aveia-preta entre densidades de 300 e de 450 plantas m⁻². Esses mesmos autores apontaram que baixa população de plantas (150 plantas m⁻²) provocou redução no rendimento de grãos.

Conclusões

De acordo com os resultados do presente estudo, pode-se concluir que: a) nas cultivares de aveia-preta Embrapa 139 (Neblina), BRS Pampeana e BRS Tropeira, a produção de biomassa total acumulada e o rendimento de grãos não são influenciados pela densidade de plantas testadas, e b) a utilização da densidade de 200 plantas m⁻² pode representar economia nos custos de implantação da forrageira, sem redução na produtividade de biomassa e grãos.

Referências

- ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M. A qualidade da luz afeta o afilhamento em plantas de trigo quando cultivadas sob competição. **Ciência Rural**, v. 31, n. 3, p. 401-408, 2001.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, dez. 2001.
- BONNETT, O. T. **The oat plant: its histology and development**. Urbana: University of Illinois, Agricultural Experiment Station, 1961. 112 p.
- BROUWER, J.; FLOOD, R. G. Aspects of oat physiology. In: WELCH, R. W. (ed). **The oat crop**. Dordrecht: Springer, 1995. p. 177-222. (World crop series). DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-011-0015-1_7.
- CARVALHO, I. Q. de; STRACK, M. Azeias forrageiras e de cobertura. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 34., 2014, Passo Fundo. **Indicações técnicas para a cultura da aveia**. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2014. p. 91-99.
- CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. **Ecofisiologia de cultivos anuais: trigo, milho, soja, arroz e mandioca**. São Paulo: Nobel, 1999. 126 p.
- COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. **Indicações técnicas para a cultura da aveia (grãos e forrageira)**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2006. 82 p.
- DEBIASI, H.; MARTINS, J. D.; MISSIO, E. L. Produtividade de grãos e componentes do rendimento da aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) afetados pela densidade e velocidade de semeadura. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 649-655, maio/jun. 2007.
- DEL DUCA, L. de J. A.; PEGORARO, D.; FONTANELI, R. S.; NASCIMENTO JUNIOR, A. do; CUNHA, G. R. da; GUARIENTI, E. M.; COSTAMILAN, L. M.; CHAVES, M. S.; LIMA, M. I. P. M.; RODRIGUES, O. **Experimentação de genótipos de trigo e outros cereais de inverno em semeadura antecipada para produção de grãos e duplo propósito no Rio Grande do Sul, em 2002**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 25 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 30).
- DEL DUCA, L. de J. A.; RODRIGUES, O.; CUNHA, G. R. da; GUARIENTI, E.; SANTOS, H. P. dos. Desempenho de trigos e aveia preta visando duplo propósito (forragem e grão) no sistema plantio direto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2., 1997, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1997. p. 177-178.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: IAPAR, 1992. 80 p. (IAPAR. Circular, 73).

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S. (ed.). **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 127-172.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; OLIVEIRA, J. T. de; LEHMEN, R. I.; DREON, G. Gramíneas forrageiras anuais de inverno. In: FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S. **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 127-172.

KLEPPER, B.; RICKMAN, R.W.; PETERSON, C.M. Quantitative characterization of vegetative development in small cereals grains. **Agronomy Journal**, v. 74, n. 5, p. 789-792, 1982.

LEMERLE, D.; SMITH, A.; VERBEEK, B.; KOETZ, E.; LOCKLEY, P.; MARTIN, P. Incremental crop tolerance to weeds: a measure for selecting competitive ability in Australian wheats. **Euphytica**, v. 149, n. 1-2, p. 85-95, 2006. DOI: 10.1007/s10681-005-9056-5.

MACHADO, L. A. Z. **Avaliação de cultivares de aveia preta para produção de forragem e cobertura do solo**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000. 16 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Coleção sistema plantio direto, 3).

MASLE, J. Competition among tillers in winter wheat: consequences for growth and development of the crop. In: DAY, W., ATKIN, R. K. (ed.). **Wheat growth and modelling**. New York: Plenum, 1985. p. 33-54.

MEROTTO JUNIOR, A. **Processo de afilhamento e crescimento de raízes de trigo afetados pela resistência do solo**. 1995. 133 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MUNDSTOCK, C. M.; BREDEMEIER, C. Disponibilidade de nitrogênio e sua relação com o afilhamento e o rendimento de grãos de aveia. **Ciência Rural**, v. 31, n. 2, p. 205-211, 2001.

PARSONS, A. J.; THORNLEY, J. H. M.; NEWMAN, J. A.; PENNING, P. D. A mechanistic model of some physical determinants of intake rate and diet selection in a two-species temperate grassland sward. **Functional Ecology**, v. 8, p. 187- 204, 1994.

PELTONEN-SAINIO, P.; JAIRVINEN, P. Seeding rate effects on tillering, grain yield, and yield components of oat at high latitude. **Field Crops Research**, v. 40, n. 1, p. 49-56, Jan. 1995.

RODRIGUES, O.; BERTAGNOLI, P. F.; SANTOS, H. P. dos; DENARDIN, J. E. Cadeia produtiva da cultura da aveia. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 18., 1998, Londrina. **Palestras...** Londrina: IAPAR, 1998. p. 45-57.

ROSO, C.; RESTLE, J. Aveia preta, triticale e centeio em mistura com azevém: 2. Produtividade animal e retorno econômico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 85-93, 2000.

ROSSETTO, C. A. V.; NAKAGAWA, J. Época de colheita e desenvolvimento vegetativo de aveia preta. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 4, p. 731-736, dez. 2001.

SCHAEDLER, C. E.; FLECK, N. G.; FERREIRA, F. B.; LAZAROTO, C. A.; RIZZARDI, M. A. Características morfológicas em plantas de cultivares de aveia como indicadores do potencial competitivo com plantas daninhas. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1313-1319, ago. 2009.

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N.; MAIA, M. S. Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia-preta. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 2, p. 305-312, 2000.

TERRA-LOPES, M. L.; CARVALHO, P. C. de F.; ANGHINONI, I.; SANTOS, D. T. dos; AGUINAGA, A. A. Q.; FLORES, J. P. C.; MORAES, A de. Sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura em pastagem de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1499-1506, ago. 2009.

Embrapa

Trigo

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA



CGPE 018346