ISSN: 1984-5529 Científica Dracena v.54, n.1, 2026

https://doi.org/10.5016/1984-5529.2026.v54.1432

Cultivares de cevada semeadas em espaçamentos simples e pareado combinados com doses de fertilizantes e densidades de semeadura

Sown barley cultivars in single spacing and paired combined with doses of fertilizer and seeding rates

Camila Ferreira MIYASHIRO[1], Jeferson ZAGONEL[2], Marina SENGER[3], Allan Cristian de SOUZA[4] .

[1] Autora para Correspondência: Doutora em Agricultura (UEPG), Docente da Universidade Pitágoras Unopar Anhanguera e do Departamento de Produção Vegetal da Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes-PR, e-mail: camila.ferreira@kroton.com.br
[2] Doutor em Agricultura, Universidade Estadual de Ponta Grossa, e-mail: jefersonzagonel@uol.com.br
[3] Doutora em Agricultura, Universidade Estadual de Ponta Grossa, e-mail: marina_senger@hotmail.com
[4] Mestre em Agricultura, Universidade Estadual de Ponta Grossa, e-mail: allan.uepg@gmail.com

Recebido em: 31-08-2022; Aceito em: 03-11-2025

Resumo

O arranjo de plantas em espaçamento pareado apresenta resultados divergentes entre os trabalhos já realizados. Além disso, é necessária a readequação da dose de adubo e da densidade de semeadura a serem utilizadas no espaçamento pareado, em comparação ao espaçamento simples. O objetivo do trabalho foi avaliar doses de adubo na semeadura e densidades de sementes no espaçamento pareado em comparação com o simples na cultura da cevada. Foram instalados dois experimentos, diferindo-os pelo cultivar, BRS-Cauê e BRS-Elis, na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Ponta Grossa, no município de Ponta Grossa, PR, no ano de 2013 e 2014. O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, em parcelas subsubdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de parcelas com dois arranjos espaciais de plantas (espaçamento simples e pareado), de subparcelas com duas doses de adubo aplicado na semeadura (100 e 150 kg ha^{-1}) e de subsubparcelas com quatro densidades de semeadura (270, 360, 450 e 540 sementes m^{-2}). Com os resultados obtidos evidencia-se que o espaçamento pareado não apresenta resultados positivos consolidados na cultura da cevada, uma vez que o espaçamento simples produziu mais. Além disso, a maior dose de adubo na semeadura deve ser adotada independente do arranjo espacial, pois a mesma resultou em maior produtividade em ambas cultivares. A densidade de semeadura recomendada para a cevada, 270 plantas por metro quadrado, deve ser mantida independente do arranjo espacial adotado, uma vez que a elevação da densidade não proporcionou resultados positivos que justificasse sua adoção.

Palavras-chave adicionais: adubação na semeadura; arranjo espacial de plantas; *Hordeum vulgare* L.

Abstract

The arrangement of plants in paired spacing presents divergent results among the works already carried out. In addition, it is necessary to readjust the fertilizer dose and seeding density to be used in paired spacing, compared to single spacing. The objective of this work was to evaluate fertilizer doses at sowing and seed densities in the spacing compared to the simple in barley culture. Two experiments were carried out, differing by cultivar, BRS-Cauê e BRS-Elis, at the Fazenda Escola da Universidade Estadual de Ponta Grossa, in the municipality of Ponta Grossa, PR, in 2013 and 2014. The experimental design adopted was randomized blocks, in subdivided plots, with four. The treatments consisted of two plant arrangements (spacing and paired), subplots with two doses of fertilizer applied at sowing 100 and 150 kg ha^{-1}) and subsubplots with four sowing densities (270, 360, 450 and 540 seeds m^{-1}). two). With the results obtained, it is evident that the paired spacing does not present positive results consolidated in the barley culture, since the simple spacing produced more. In addition, a higher dose of spatial fertilization must be considered independent of the arrangement, as it resulted in greater spatial productivity in both of the cultivars. The recommended density density for a barley, 270 thousand plants per square meter, should be maintained regardless of the spatial arrangement adopted, since the unmodified density density positive results that justify its adoption.

Additional keywords: fertilizer at sowing; *Hordeum vulgare* L. Spatial arrangement of plants;

Introdução

O uso mais conhecido da cevada (*Hordeum vulgare* L.) no Brasil é a produção de malte. Porém, a produção nacional desse cereal no ano de 2024 foi de 300 mil toneladas, o que corresponde a apenas 43% da necessidade da indústria brasileira. Foram importadas ainda 400 mil toneladas de cevada e 1,3 milhão de toneladas de malte naquele ano (Embrapa, 2024).

A cevada é cultivada, principalmente, no hemisfério Norte entre as latitudes 45 e 55 graus, em climas temperados para o frio, sol ameno, rico, drenado e relativamente plano. Por isso, no Brasil sua produção se dá principalmente no sul do país, devido às condições ambientais favoráveis ao seu desenvolvimento (Szeuczuk, 2018).

O arranjo de plantas pode ser modificado pela variação da densidade de plantas, pelo espaçamento entre fileiras e entre as plantas dentro da fileira. A semeadura da cevada em arranjo espacial com espaçamento simples consiste do espaçamento entre fileiras de 0,17 m com estabelecimento de população entre 250 a 300 plantas por metro quadrado. Já a semeadura no arranjo espacial pareado consiste do espaçamento entre fileiras de 0,17 x 0,34 m, ou seja, uma linha não semeada entre duas semeadas. Essa opção de arranjo espacial, de acordo com Minella & Lunardi (2009), proporciona o espessamento do colmo

e, consequentemente as plantas tornam-se mais resistentes ao acamamento, o qual ocorre de maneira recorrente em lavouras de cevada.

Além disso, a maior disponibilidade de radiação luminosa na parte da cultura mais perto da superfície do solo, devido a não semeadura de uma fileira a cada duas semeadas pode aumentar a massa de grãos, pois oferece melhores condições para realização de fotossíntese pelas folhas inferiores, tanto do colmo principal como dos perfilhos férteis (Black et al., 2021). Dobocha et al. (2021) observaram que os teores de clorofila nas folhas de cevada se elevaram de acordo com o aumento do espaçamento entre fileiras, e associou essa característica a maior incidência de luz na cultura, sendo assim, maior produção de fotoassimilados, com ganhos na produção de grãos.

Ao se modificar o arranjo espacial de plantas de uma cultura, a densidade de semeadura e a dose de adubo devem ser readequadas. Pois, de acordo com Pies et al. (2019), o aumento da produtividade da cevada está correlacionado com o manejo da adubação e da população que determinam o número de grãos por área, que é definido pelo número de espigas e pelo número de grãos por espiga.

Em vista da importância de se aumentar a produtividade da cultura da cevada, devido ao mercado nacional favorável, há necessidade de pesquisas sobre fatores que podem potencialmente levar ao melhor aproveitamento das condições do ambiente pelas plantas, com reflexos na produtividade de grãos. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar o arranjo espacial com fileiras pareadas em comparação com o espaçamento simples, com adequação da dose de adubo aplicada na semeadura e da densidade de plantas para esse modo de espaçamento.

Material e métodos

Os dois experimentos foram instalados no município de Ponta Grossa, PR, região Campos Gerais, em junho de 2013 com repetição em junho de 2014. Os dados climatológicos referentes ao período de condução dos experimentos nos anos 2013 e 2014 são apresentados nas figuras 1 e 2, respectivamente.

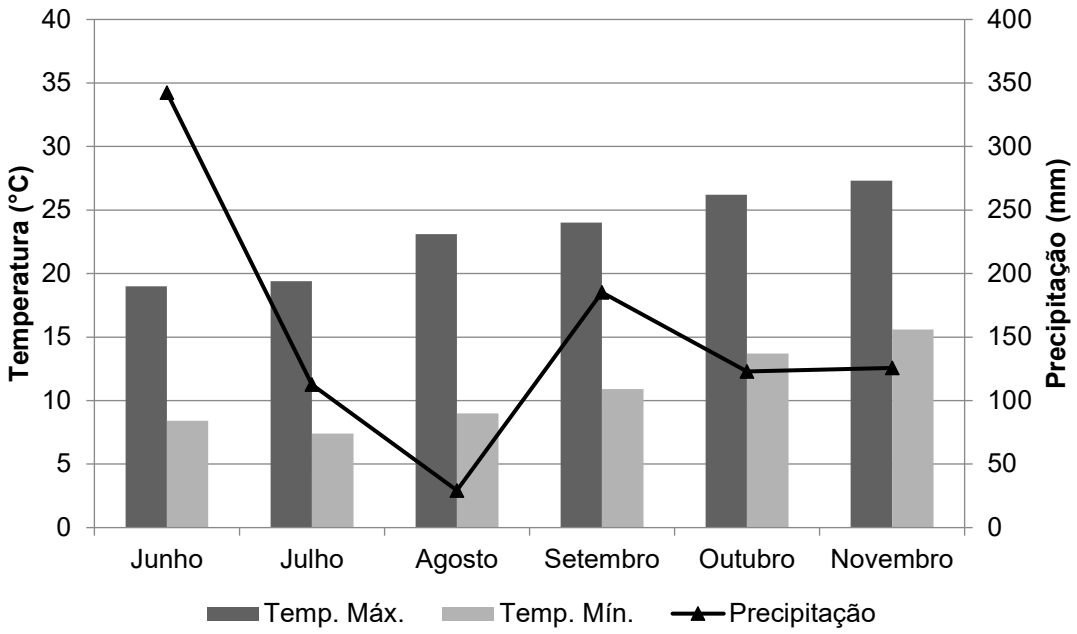


Figura 1 - Temperaturas máximas e mínimas e precipitações ocorridas durante a condução dos experimentos. Ponta Grossa – PR, 2013.

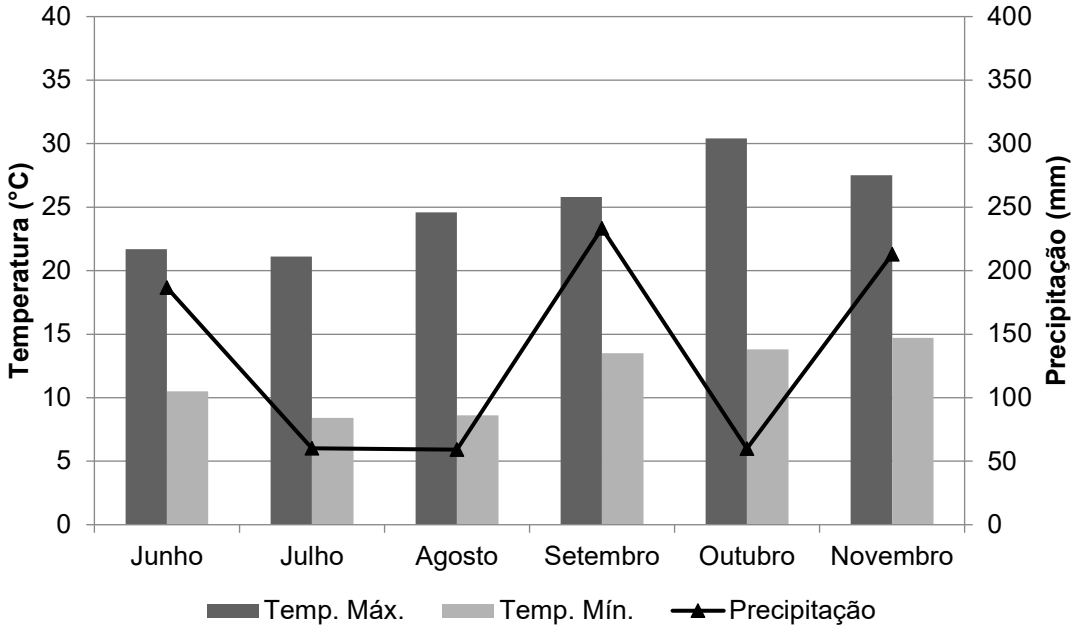


Figura 2 - Temperaturas máximas e mínimas e precipitações ocorridas durante a condução dos experimentos. Ponta Grossa – PR, 2014.

O delineamento experimental utilizado nos dois experimentos, que diferiram pelo cultivar BRS-Cauê e BRS-Elis, foi de blocos ao acaso, disposto em parcelas subsubdivididas, correspondendo às parcelas os

arranjos espaciais de plantas, às subparcelas constando as doses de adubo aplicadas na semeadura e as subsubparcelas constituídas das densidades de semeadura, com quatro repetições.

Os tratamentos constaram de espaçamentos simples e pareado, das doses 100 e 150 kg ha^{-1} de adubo com formulação NPK 08-30-10 aplicado na semeadura com base na análise do solo (Tabela 1) e com a finalidade reposição, e das densidades de semeadura de 270, 360, 450 e 540 sementes m^{-2}. Todos os tratamentos foram aplicados nas cultivares de cevada BRS-Cauê e BRS-Elis, no ano de 2013, com repetição em mesma área em 2014.

Tabela 1 - Atributos químicos e físicos do solo*. Ponta Grossa - PR, 2013 e 2014.

Ano	pH	P	C	CTC[1]	Ca	Mg	K	H + Al	Al[2]	V[3]	Argila	Silte	Areia
		$mg.dm^{-3}$	$g.dm^{-3}$	$cmol_c.dm^{-3}$							%		
2013	5,4	12,4	27	12,27	4,2	2,2	0,52	5,35	0,0	56,4	46,0	17,9	36,1
2014	5,4	10,3	30	11,97	5,3	1,2	0,51	4,96	0,0	58,6	45,5	18,0	36,5

*Profundidade de 0-20 cm; [1]CTC= capacidade de troca catiônica do solo a pH 7,0; [2]Al= saturação por alumínio; [3]V= saturação por bases. Métodos de extração: pH= $CaCl_2$; H + Al= solução tampão SMP; Al, Ca e Mg trocáveis= KCl 1 $mol.L^{-1}$; P e K= Mehlich 1; C-orgânico= Walkley-Black.

As fileiras simples consistem de semeadura convencional, com as fileiras espaçadas 0,17 m uma da outra. O espaçamento pareado consiste de a cada duas fileiras espaçadas de 0,17 m uma não ser semeada, conferindo um espaçamento de 0,34 m à próxima fileira dupla.

Os tratos culturais realizados foram os mesmos nos anos de 2013 e 2014. Foi efetuado o tratamento das sementes com a mistura pronta de 45 g ha^{-1} imidacloprido + 135 g ha^{-1} tiodicarbe e 45 g ha^{-1} difenoconazol.

O controle de doenças foi feito com duas aplicações de 60 g ha^{-1} trifloxistrobina + 120 g ha^{-1} tebuconazol adicionado de óleo metilado de soja a 0,25% v v^{-1}, sendo a primeira feita aos 30 dias após a emergência (DAE) e a segunda 15 dias após a primeira. Aos 55 DAE, foram aplicados 60 g ha^{-1} azoxistrobina + 24 g ha^{-1} ciproconazol. Aos 80 DAE foram aplicados 75 g ha^{-1} trifloxistrobina + 87,5 g ha^{-1} protioconazol adicionado de óleo metilado de soja a 0,25% v v^{-1}.

O controle de pragas foi realizado com duas aplicações de 62 g ha^{-1} lambda-cialotrina + tiametoxam. Para o controle de plantas daninhas em pré-semeadura utilizou-se 720 g ha^{-1}de glifosato. Em pós-emergência, o controle das plantas daninhas foi realizado com 4,2 g ha^{-1} de metsulfuron-metílico adicionado de óleo mineral a 0,5% v v^{-1}, aos 43 DAE.

Na fase de antese foram avaliados o número de perfilhos, em 10 plantas por subsubparcela, selecionadas aleatoriamente. A colheita das plantas foi realizada manualmente quando os grãos atingiram o ponto de colheita. Na ocasião, foi feita também a coleta de todas as plantas contidas em um metro de fileira para a avaliação dos componentes de produção. Para tanto, foram avaliados o número de espigas por metro, o número de grãos por espiga e a massa de mil grãos.

A produtividade foi determinada pela pesagem da produção da área útil de cada parcela, sendo acrescido o material utilizado para a determinação dos componentes de produção, tendo sua umidade corrigida para 13% e o valor transformado em quilogramas por hectare.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Quando significativas, as diferenças entre as médias do espaçamento entre fileiras simples ou pareado foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, assim como as médias da dose maior ou menor de adubo. As médias de densidades de semeadura foram comparadas por regressão polinomial.

Resultados e Discussão

O número de perfilhos por planta foi maior no espaçamento simples em comparação com a pareado na cultivar BRS-Elis em 2013. Os demais tratamentos não apresentaram resposta significativa para a BRS-Elis nesse ano e em 2014. Já, a cultivar BRS-Cauê não obteve diferença significativa para nenhum tratamento avaliado em ambos aos anos de pesquisa (Tabela 2).

Os resultados dos dois anos indicam que a emissão de perfilhos para a cultura da cevada é dependente da cultivar e das características edafoclimáticas, pois no ano de 2013 somente a BRS-Elis resultou em maior número de perfilhos conforme os espaçamentos adotados, e em 2014 esse resultado não se repetiu. Em relação às diferenças ambientais entre os dois anos, em 2013 o IAPAR registrou 350 mm de precipitação no mês de junho na região em que se localizavam os experimentos, já em 2014 registrou somente 190 mm de precipitação.

No espaçamento pareado as plantas se desenvolveram mais próximas umas das outras, devido a não semear uma fileira a cada duas semeadas. Com essa maior concentração de plantas nas fileiras de semeadura do espaçamento pareado, há maior competição intraespecífica entre as plantas principalmente por elementos nutricionais, em destaque o nitrogênio que estimula a atividade meristemática (Barzotto et al.,

2018), reduzindo dessa forma a eficiência de emissão de perfilhos, como ocorreu com a cultivar de cevada BRS-Elis (Tabela 2).

Tabela 2 – Número de perfilhos por planta das cultivares de cevada BRS-Elis e BRS-Cauê em função de espaçamentos entre fileiras e doses de adubo aplicadas na semeadura. Ponta Grossa, 2013 e 2014. *Tiller numbers of barley cultivars BR-Elis and BRS-Cauê as a function of spacing between increments and fertilizer doses applied at sowing. Ponta Grossa, 2013 and 2014.*

Espaçamentos entre fileiras	2013		2014	
	BRS-Elis	BRS-Cauê	BRS-Elis	BRS-Cauê
Simples	2,0 a	1,4 a	1,5 a	1,1 a
Pareado	1,7 b	1,3 a	1,6 a	1,1 a
Doses de adubo (kg ha^{-1})				
150	1,9 a	1,3 a	1,6 a	1,2 a
100	1,8 a	1,4 a	1,5 a	1,0 a
$CV_{parcela}$ (%)	8,38	15,82	23,05	60,33
$CV_{subparcela}$ (%)	17,06	24,95	22,74	51,55
$CV_{sub\ subparcela}$ (%)	22,41	18,41	34,92	47,17

Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, dentro de cada fator (espaçamento e adubação) diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p<0,05$); CV= coeficiente de variação.

As doses de adubo aplicadas nos dois anos (Tabela 2) excederam a necessidade recomendada para a cultura da cevada devido a elevada fertilidade do solo, a qual é característica de solo recorrente de onde são implantadas lavouras de cevada, uma vez que se trata de cultura altamente exigente em fertilidade. Devido à cultura se desenvolver de maneira diferenciada até um nível limite de fertilidade do solo, caso o solo apresente maior nível nutricional, a resposta entre os tratamentos não ocorre devido ao consumo de luxo, no qual a planta absorve mais nutriente na maior dose aplicada, mas essa absorção não é refletida efetivamente no desenvolvimento dos componentes de produção (Batista et al., 2018).

Houve manutenção do número de perfilhos por planta em decorrência das densidades de semeadura crescentes testadas nas cultivares, isso indica que a definição do número de perfilhos por planta na cultura da cevada é determinada antes da competição intraespecífica que ocorre devido ao maior número de plantas na fileira de semeadura. Essa resposta é embasada no que acontece na cultura do trigo, pois

segundo Barzotto et al. (2018) a definição da emissão dos perfilhos em determinadas cultivares de trigo ocorre até a emissão da quarta folha.

No ano de 2013 o espaçamento entre fileiras simples resultou em maior número de espigas e de grãos por metro quadrado do cultivar de cevada BRS-Elis (Tabelas 3 e 4), isso ocorreu devido ao menor número de plantas na fileira de semeadura comparando-se com o pareado. Assim há menor competição intraespecífica por área e nutrientes, o que influenciou na emissão de perfilhos por planta, refletindo no número de espiga por planta. A diferença no número de espigas por metro quadrado refletiu em diferença no número de grãos por metro quadrado entre os espaçamentos estudados, resultados que corroboram com os observados por Pessenti et al. (2021), a qual comparou os dois arranjos espaciais na cultura da cevada, porém é diferente do encontrado no trabalho de Black et al. (2021), no qual não houve diferença no número de espigas por metro quadrado conforme os arranjos espaciais pesquisados, indicando que esse resultado depende da cultivar adotada e do ambiente onde foi instalado o experimento.

Tabela 3 – Número de espigas por metro quadrado das cultivares de cevada BRS-Elis e BRS-Cauê em função de espaçamentos entre fileiras e doses de adubo aplicadas na semeadura. Ponta Grossa, 2013. *Number of ears per square meter of barley cultivars BRS-Elis and BRS-Cauê as a function of row spacing and fertilizer rates applied at sowing. Ponta Grossa, 2013.*

Espaçamentos entre fileiras	BRS-Elis	BRS-Cauê
	2013	
Simples	607 a	499 a
Pareado	482 b	607 a
Doses de adubo (kg ha^{-1})		
150	539 a	565 a
100	550 a	540 a
$CV_{parcela}$ (%)	20,66	28,99
$CV_{subparcela}$ (%)	20,32	20,70
$CV_{sub\ subparcela}$ (%)	20,08	14,33

Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, dentro de cada fator (espaçamento e adubação) diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p<0,05$); CV= coeficiente de variação.

Tabela 4 – Número de grãos por metro quadrado das cultivares de cevada BRS-Elis e BRS-Cauê em função de espaçamentos entre fileiras e doses de adubo aplicadas na semeadura. Ponta Grossa, 2013 e 2014. *Number of grains per square meter of barley cultivars BRS-Elis and BRS-Cauê as a function of row spacing and fertilizer rates applied at sowing. Ponta Grossa, 2013 and 2014.*

Espaçamentos entre fileiras	BRS-Elis	BRS-Cauê	BRS-Elis
	2013		2014
Simples	9.132 a	10.767 a	11.139 a
Pareado	6.997 b	12.809 a	11.273 a
Doses de adubo (kg ha^{-1})			
150	8.091 a	12.067 a	11.936 a
100	8.038 a	11.509 a	10.476 b
$CV_{parcela}$ (%)	25,40	55,77	3,37
$CV_{subparcela}$ (%)	31,85	38,33	14,68
$CV_{sub\ subparcela}$ (%)	25,91	33,97	16,30

Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, dentro de cada fator (espaçamento e adubação) diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p<0,05$); CV= coeficiente de variação.

As doses de adubo aplicadas não resultaram em diferenças significativas no número de espigas e de grãos por metro quadrado no cultivar BRS-Elis em 2013 (Tabelas 3 e 4). As densidades de semeadura não promoveram resposta significativa no número de espiga e grãos por metro quadrado.

Os espaçamentos entre fileiras e as doses de adubo (Tabelas 3 e 4), além das densidades de semeadura não resultaram em repostas significativas de número de espigas e de grãos por metro quadrado do cultivar BRS-Cauê no ano de 2013. Resultado que corrobora com o observado por Black et al. (2021) e confirma que a resposta para os tratamentos depende do cultivar utilizado e de fatores ambientais.

No ano de 2014 os espaçamentos entre fileiras não alteraram significativamente o número de espigas por metro quadrado do cultivar BRS-Elis. Ocorreu interação significativa entre doses de adubo e densidades de semeadura para número de espigas por metro quadrado do cultivar BRS-Elis em 2014 (Tabela 5 e Figura 3). O aumento da densidade de semeadura juntamente com a maior dose de adubo resultou em resposta quadrática do número de espigas por metro quadrado, com maior valor sendo obtido na densidade de 450 sementes m^{-2}. Já a menor dose de adubo apresentou resposta quadrática de acordo com as densidades de semeadura utilizadas, com maior número de espigas na densidade de 540 sementes m^{-2}. Esses resultados indicam que com a maior dose de adubo o número de espigas por metro quadrado se eleva

até uma população de plantas menor do que na menor dose, provavelmente devido ao maior desenvolvimento da planta que há na maior dose de adubo.

Tabela 5 – Desdobramento da interação entre doses de adubo aplicadas na semeadura e densidades de semeadura para número de espigas por metro quadrado do cultivar de cevada BRS-Elis. Ponta Grossa, 2014. *Breakdown of the interaction between fertilizer doses applied at sowing and sowing densities for number of ears per square meter of the barley cultivar BRS-Elis. Ponta Grossa, 2014.*

Doses de adubo (kg ha^{-1})	Densidades de semeadura (m^2)				Média
	270	360	450	540	
150	521,85 a	618,13 a	729,85 a	635,77 a	626,40
100	519,64 a	554,19 a	561,54 b	609,31 a	561,17
CV $_{parcela}$ (%)				6,53	
CV $_{subparcela}$ (%)				11,41	
CV $_{sub\ subparcela}$ (%)				11,67	

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey (p<0,05); CV: coeficiente de variação.

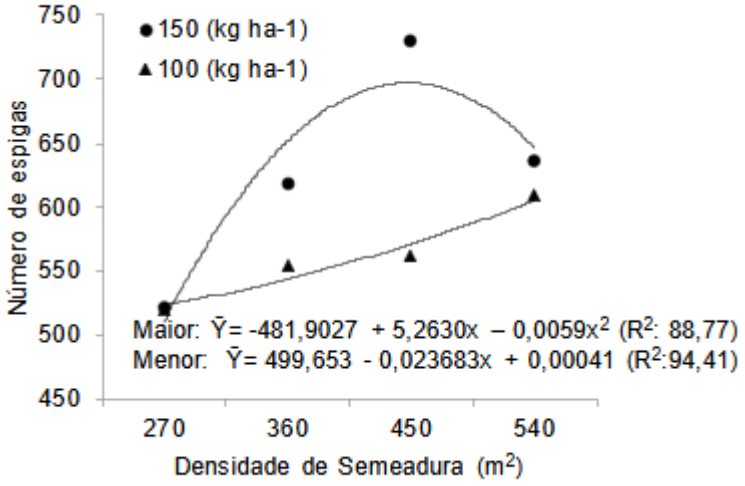


Figura 3 – Desdobramento da interação entre doses de adubo aplicadas na semeadura e densidades de semeadura para número de espigas por metro quadrado (ESP) do cultivar de cevada BRS-Elis. Ponta Grossa, 2014. *Deployment of the interaction between fertilizer doses applied at sowing and sowing densities for number of ears per square meter (ESP) of the barley cultivar BRS-Elis. Ponta Grossa, 2014.*

Dos tratamentos aplicados no cultivar BRS-Elis em 2014, o único que alterou significativamente o número de grãos por metro quadrado foi doses de adubos, não havendo diferenças entre os espaçamentos

entre fileiras (Tabela 4) e as densidades de semeadura. Com a aplicação da maior dose de adubo na semeadura houve maior número de grãos por metro quadrado, comparando-se com a menor dose. De acordo com Pies et al. (2019), o aumento da produtividade da cevada está correlacionado com o manejo do nitrogênio, da população e do número de grãos por metro quadrado, que é determinado pelo número de espigas e pelo número de grãos de por espiga. Assim, a diferença no número de grãos por metro quadrado entre as doses de adubo ocorreu principalmente devido ao manejo do nitrogênio, o qual é o elemento que mais se perde para o ambiente por volatilização e lixiviação, comparando-se com potássio e fósforo.

Para a cultivar BRS-Cauê no ano de 2014 ocorreu interação significativa entre os espaçamentos entre fileiras e as doses de adubo a para número de espigas e de grãos por metro quadrado (Tabelas 6 e 7). No espaçamento simples não houve diferença significativa para número de espigas e de grãos por metro quadrado entre as doses de adubo. Já no espaçamento pareado houve maior número de espigas e grãos por metro quadrado na aplicação da maior dose, comparando-se com a menor. Esse resultado ratifica a teoria de que no espaçamento pareado, por haver maior população de plantas na fileira de semeadura há maior competição entre as mesmas por nutrientes, água e espaço, o que pode influenciar no desenvolvimento das plantas, como ocorreu para essas variáveis analisadas.

Tabela 6 – Desdobramento da interação entre espaçamentos entre fileiras e doses de adubo aplicadas na semeadura para número de espigas por metro quadrado do cultivar de cevada BRS-Cauê. Ponta Grossa, 2014. *Breakdown of the interaction between row spacing and fertilizer rates applied at sowing for number of ears per square meter of barley cultivar BRS-Cauê. Ponta Grossa, 2014.*

Espaçamentos entre fileiras	Doses de adubo (kg ha^{-1})	
	150	100
Simples	492,1 Aa	476,3 Aa
Pareado	467,5 Aa	403,6 Bb

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Tabela 7 – Desdobramento da interação entre espaçamentos entre fileiras e doses de adubo aplicadas na semeadura para número de grãos por metro quadrado da cultivar de cevada BRS-Cauê. Ponta Grossa, 2014. *Breakdown of the interaction between row spacing and fertilizer rates applied at sowing for number of grains per square meter of the barley cultivar BRS-Cauê. Ponta Grossa, 2014.*

Espaçamentos entre fileiras	Doses de adubo (kg ha^{-1})	
	150	100
Simples	11154 Aa	10987 Aa
Pareado	11099 Aa	9106 Bb
$CV_{parcela}$ (%)	8,36	
$CV_{subparcela}$ (%)	10,09	
$CV_{sub\ subparcela}$ (%)	13,39	

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

A variação da densidade de semeadura afetou o número de espigas por metro quadrado do cultivar BRS-Cauê em 2014, apresentando resposta quadrática, com maior valor na densidade de 450 sementes m^{-2} (Figura 4). Assim como ocorreu com a cultivar de cevada BRS-Elis em 2014 na maior dose de adubo aplicada (Figura 3). Já o número de grãos por metro quadrado apresentou interação significativa entre densidades de semeadura e espaçamentos entre fileiras (Tabela 8 e Figura 5). Para ambos os espaçamentos o número de grãos por metro quadrado resultou em resposta quadrática de acordo com as densidades de semeadura, com maior resposta no espaçamento simples com densidade de 450 sementes m^{-2}.

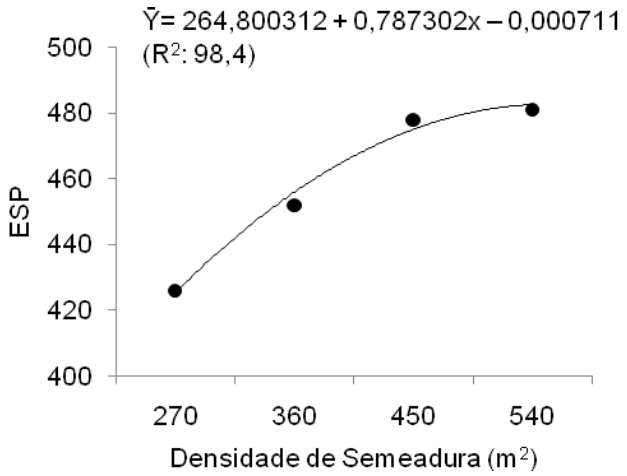
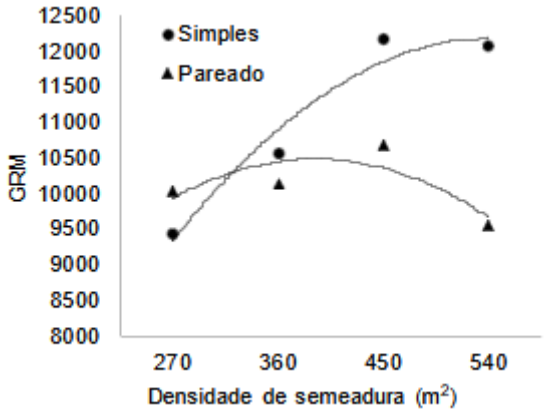


Figura 4 – Número de espigas por metro quadrado (ESP) do cultivar de cevada BRS-Cauê em função de densidades de semeadura. Ponta Grossa, 2014. *Number of ears per square meter (ESP) of the barley cultivar BRS-Cauê as a function of sowing densities. Ponta Grossa, 2014.*

Tabela 8 – Desdobramento da interação entre espaçamentos entre fileiras e densidades de semeadura para número de grãos por metro quadrado da cultivar de cevada BRS-Cauê. Ponta Grossa, 2014. *Desdobramento da interação entre espaçamentos entre fileiras e densidades de semeadura para número de grãos por metro quadrado da cultivar de cevada BRS-Cauê. Ponta Grossa, 2014.*

Espaçamentos entre fileiras	Densidades de semeadura (m²)				Média
	270	360	450	540	
Simples	9.446 a	10.574 a	12.181 a	12.079 a	11.071
Pareado	10.041 a	10.129 a	10.684 b	9.556 b	10.103
CV $_{parcela}$ (%)	8,36				
CV $_{subparcela}$ (%)	10,09				
CV $_{sub\ subparcela}$ (%)	13,39				

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey (p<0,05); CV: coeficiente de variação.



Simples: $\hat{Y}= 954,4846 + 41,2918x – 0,0379x^2$ ($R^2= 95,3$)

Pareado: $\hat{Y}= 4733,5365 + 29,3903x – 0,0375x^2$ ($R^2= 63,9$)

Figura 5 – Desdobramento da interação entre espaçamentos entre fileiras e densidades de semeadura para número de grãos por metro quadrado (GRM) da cultivar de cevada BRS-Cauê. Ponta Grossa, 2014. *Deployment of the interaction between row spacing and sowing densities for number of grains per square meter (GRM) of the barley cultivar BRS-Cauê. Ponta Grossa, 2014.*

Em trabalho realizado por Dourado Neto et al. (2003) com diferentes populações na cultura do milho, relata-se que a produção de grãos aumenta linearmente com o aumento da população de plantas, até um ponto denominado “ponto crítico”, o qual varia entre 30 e 90.000 plantas ha^{-1} para a cultura do milho, pelo fato de a produção de grãos por planta permanecer constante. Nessa faixa de população, não há competição intraespecífica. Acima da população crítica, devido à competição intraespecífica, a produção por planta decresce, determinando um ponto de máxima produção por unidade de área. O`Donovan et al. (2012) também observaram decréscimo no número de grãos por metro quadrado da cultura da cevada com a elevação da densidade de semeadura, justificando o resultado obtido através da competição intraespecífica, assim como descrito por Dourado Neto et al. (2003), o que pode justificar o resultado obtido no presente trabalho para número de espigas e de grãos por metro quadrado de acordo com as densidades.

As cultivares BRS-Elis e BRS-Cauê em 2013 apresentaram maior massa de mil grãos no espaçamento simples e na maior dose de adubo, comparando-se com o espaçamento pareado e menor dose, respectivamente (Tabela 9). Já as densidades de semeadura não resultaram em respostas significativas de massa de mil grãos para ambas cultivares.

Tabela 9 – Massa de mil grãos das cultivares de cevada BRS-Elis e BRS-Cauê em função de espaçamentos entre fileiras e doses de adubo aplicadas na semeadura. Ponta Grossa, 2013 e 2014. *Thousand-grain mass of barley cultivars BRS-Elis and BRS-Cauê as a function of row spacing and fertilizer rates applied at sowing. Ponta Grossa, 2013 and 2014.*

Espaçamentos entre fileiras	BRS-Elis	BRS-Cauê	BRS-Elis	BRS-Cauê
	(g) 2013		(g) 2014	
Simples	47,4 a	44,3 a	43,13 a	42,6 a
Pareado	45,3 b	42,5 b	41,74 b	43,1 a
Doses de adubo (kg ha^{-1})				
150	47,0 a	44,0 a	43,10 a	43,0 a
100	45,8 b	42,8 b	41,78 a	42,7 a
$CV_{parcela}$ (%)	3,52	3,40	3,22	5,87
$CV_{subparcela}$ (%)	3,55	3,59	6,58	8,33
$CV_{sub\ subparcela}$ (%)	5,52	7,08	6,75	8,24

Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, dentro de cada fator (espaçamento e adubação) diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p<0,05$); CV= coeficiente de variação.

De acordo com Dinka et al. (2018) a subfertlização de nitrogênio pode causar reduções consideráveis na produtividade de grãos, a qual é determinada pelo número de espigas área^{-1}, número de grãos espiga^{-1} e massa dos grãos, sendo que o nitrogênio afeta o valor de cada um desses componentes. Mesmo a área apresentando alto nível de fertilidade do solo, a maior dose de adubo beneficiou o enchimento de grãos das duas cultivares de cevada no ano de 2013, provavelmente devido ao nitrogênio, uma vez que este elemento apresenta alta solubilidade em água e mobilidade no solo.

No ano de 2014 o espaçamento entre fileira simples, comparando-se com o pareado, resultou em maior massa de mil grãos da cultivar BRS-Elis, resultado semelhante ao observado no ano anterior (Tabela 9). Já as doses de adubo e as densidades de semeadura não resultaram em respostas significativas de massa de mil grãos. Os espaçamentos entre fileiras e as doses de adubo (Tabela 9), além das densidades de

semeadura, não resultaram em respostas significativas de massa de mil grãos para a cultivar BRS-Cauê em 2014.

Em 2013 o espaçamento simples, em comparação com o pareado, resultou em maior produtividade da cultivar BRS-Elis (Tabela 10), já as doses de adubo aplicadas na semeadura e as densidades de semeadura não resultou em diferenças significativas de produtividade (Tabela 11), indicando que apesar de a maior dose de adubo ter proporcionado maior largura e comprimento das folhas bandeira, bandeira-1 e bandeira-2, não foi suficiente para refletir em maior produtividade.

Tabela 10 – Produtividade das cultivares BRS-Elis e BRS-Cauê em função de espaçamentos entre fileiras e doses de adubo aplicadas na semeadura. Ponta Grossa, 2013 e 2014. *Yield of BRS-Elis and BRS-Cauê cultivars as a function of row spacing and fertilizer rates applied at sowing. Ponta Grossa, 2013 and 2014.*

Espaçamentos entre fileiras	BRS-Elis	BRS-Cauê	BRS-Elis	BRS-Cauê
	(kg ha^{-1}) 2013		(kg ha^{-1}) 2014	
Simples	3.135 a	3.211 a	1.791 a	2.019 a
Pareado	2.359 b	2.855 b	1.772 a	1.711 b
Doses de adubo (kg ha^{-1})				
150	2.707 a	3.359 a	1.901 a	1.955 a
100	2.786 a	2.707 b	1.662 b	1.775 a
CV $_{parcela}$ (%)	15,58	12,27	16,98	11,10
CV $_{subparcela}$ (%)	15,91	19,35	15,00	20,68
CV $_{sub\ subparcela}$ (%)	12,22	11,44	48,36	18,22

Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, dentro de cada fator (espaçamento e adubação) diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p<0,05$); CV= coeficiente de variação.

Tabela 11 – Produtividade das cultivares de cevada BRS-Elis e BRS-Cauê em função de densidades de semeadura. Ponta Grossa, 2013 e 2014. *Yield of barley cultivars BRS-Elis and BRS-Cauê as a function of sowing densities. Ponta Grossa, 2013 and 2014.*

Densidades de semeadura	BRS-Elis	BRS-Cauê	BRS-Elis	BRS-Cauê
(m^2)		(kg ha^{-1}) 2013		(kg ha^{-1}) 2014
270	2.761	3.035	2.053	1.911
360	2.757	3.050	1.855	1.949
450	2.699	3.147	1.496	1.847
540	2.769	2.901	1.722	1.753
Regressão	ns	ns	ns	ns

ns: não significativo.

A maior produtividade da cultivar BRS-Cauê foi no espaçamento entre fileiras simples e na maior dose de adubo aplicada na semeadura, porém as densidades de semeadura não influenciaram de maneira significativa na produtividade (Tabelas 10 e 11). Em 2013 a maior produtividade da cultivar BRS-Elis no espaçamento simples, pode estar relacionada a maior massa de mil grãos, número de espigas por metro quadrado e número de perfilhos obtidas nesse arranjo espacial, comparando-se com o pareado. A produtividade da cultivar BRS-Elis em 2014 não resultou em resposta diferencial conforme os espaçamentos entre fileiras, sendo esse resultado diferente do obtido em 2013. Essa resposta distinta entre os anos pode ser devido as características climáticas claramente distintas de um ano para o outro, as quais em 2013 foram caracterizadas por temperaturas mais baixas que no ano de 2014, refletindo em menor duração de ciclo da cultura. As densidades de semeadura também não influenciaram de maneira significativa na produtividade na cultivar BRS-Elis em 2014 (Tabelas 10 e 11).

Entre as doses de adubo aplicadas na semeadura, a maior dose proporcionou maior produtividade de grãos (Tabela 10). De acordo com Texeira & Rodrigues (2003) é notório que o nitrogênio é um dos elementos mais importantes para o desenvolvimento em cereais e normalmente determina respostas significativas em termos de produtividade de grãos. No entanto, seu uso deve ser o mais racional possível, devido ao custo elevado e as perdas que podem ocorrer na lavoura, principalmente por lixiviação e volatilização. Apesar da elevada fertilidade do solo onde houve a instalação do experimento, as caraterísticas

do nitrogênio de ser altamente lixiviado e volatilizado pode ter influenciado na resposta diferencial de produtividade entre as doses de adubo aplicadas na semeadura.

No ano de 2014 o espaçamento simples resultou em maior produtividade comparando-se com o pareado para a cultivar BRS-Cauê, resposta semelhante à obtida no ano anterior (Tabela 10). As doses de adubo aplicadas na semeadura não alteraram significativamente a produtividade, assim como as densidades de semeadura (Tabelas 10 e 11).

O espaçamento simples comparando-se com o espaçamento pareado resultou em maior produtividade da cultivar BRS-Cauê nos dois anos de pesquisa provavelmente devido a maior massa de mil grãos obtida nesse arranjo espacial. A influência do espaçamento simples nesse resultado se dá a maior população de plantas que há na fileira de semeadura do espaçamento pareado, assim havendo maior competição localizada por espaço e nutrientes. Sabe-se que no espaçamento pareado, a exclusão de uma fileira de semeadura a cada duas semeadas proporciona maior incidência de radiação solar principalmente nas partes da planta mais póximas ao solo, porém esse benefício não foi sufiente para suprir a maior competição intraespecífica que ocorre na fileiras do arranjo espacial pareado. Pessenti et al. (2021) e Texeira & Rodrigues (2003) observaram maior produtividade da cultura da cevada no espaçamento pareado, porém em respectivos trabalhos os autores utilizaram densidades de semeaduras diferenciais entre os arranjos espaciais, o que pode ter influenciado na divergência de respostas entre os trabalhos.

Conclusão

O espaçamento entre fileiras simples promoveu maior produtividade comparando-se com o pareado, concluindo-se que o arranjo espacial com fileiras pareadas não é um arranjo espacial com resultados positivos consolidados na cultura da cevada.

A dose de adubo aplicada na semeadura de 150 kg ha^{-1} promoveu maior produtividade que a dose de 100 kg ha^{-1} para uma das cultivares nos dois anos de trabalho

As densidades de semeadura resultaram em produtividades semelhantes, sem interação com o arranjo espacial de plantas.

Referências

BARZOTTO G.R, LIMA S.F, SANTOS O.F, PIATI G.L, WASSOLOWSKI C.R (2018) Adubação nitrogenada e inoculação com Azospirillum brasilense em cevada. Revista Pesquisas Agrárias e Ambientais 6(1):1-8. https://doi.org/10.31413/nativa.v6i1.4611

BATISTA, M.A., INOUE, T.T., ESPER NETO, M., MUNIZ, A.S. Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T., FREITAS, P.S.L., BERIAN, L.O.S., GOTO, R. Hortaliças-fruto [online]. Maringá: EDUEM, 2018, pp. 113-162. ISBN: 978-65-86383-01-0. https://doi.org/10.7476/9786586383010.0006

BLACK K, DAUTE TZIBOULA-CLARKE A, WHITE PJ, IANNETTA PPM, WALKER, G (2021) Utilization of low nitrogen barley for production of distilling quality malt. Journal of the American Society of Brewing Chemists 79(1):26-32. https://doi.org/10.1080/03610470.2020.1796090

DINKA TB, GOSHU TA, HAILE EH (2018) Effect of Integrated Nutrient Management on Growth and Yield of Food Barley (Hordeum vulgare) Variety in Toke Kutaye District, West Showa Zone, Ethiopia. Advances in Crop Science and Technology 6(3):1-8. https://doi.org/10.4172/2329-8863.1000365

DEREJE D, WEGAYEHU W, FASIL S, ZENEBE M, ALMAZ A, DEBELA B (2021) Determination of optimum plant densities for malt barley (Hordeum vulgare L.) varieties in Lemu-Bilbilo district, Highlands of Arsi Zone. International Journal of Plant Science and Ecology 7(2):22-30.

DOURADO NETO D, PALHARES M, VIEIRA PA, MANFRON PA, MEDEIROS SLP, ROMANO MR (2003) Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo 2(3):63-77. https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v2n3p63-77

MEENA R, MEENA RN, SINGH RK, SINGH YV, MEENA RK (2017) Effect of integrated nutrient management on growth, yield, soil fertility and economics of barley (Hordeum vulgare L.). Environment & Ecology 35(3):2361-2366.

MINELLA E, LUNARDI L (2009) Cevada BRS-Cauê: tipo agronômico, alto potencial de rendimento e qualidade de malte. Passo Fundo: Embrapa Trigo. 17p.

O'DONOVAN JT, TURKINGTON TK, EDNEY MJ, JUSKIW PE, MCKENZIE RH, HARKER KN, CLAYTON GW, LAFOND GP, GRANT CA, BRANDT S, JOHNSON EN, MAY WE, SMITH E (2012) Effect of seeding date and seeding rate on malting barley production in western Canada. Canadian Journal of Plant Science 92(2):321-330. https://doi.org/10.4141/cjps2011-130

PESSENTI IL, TORRES AL, MARTINS WS, MACOSKI, N (2021) Manejo nutricional com micronutrientes e seus efeitos sobre os componentes de produtividade na cevada. Research, Society and Development 10(3):1-10. https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13225

PIES W, WERLANG T, LUZ ACP, GALON L, TIRONI SP (2019) Habilidade competitiva de cevada em convivência com densidades de azevém. Revista Brasileira de Ciências Agrárias 14(2):1-6.https://doi.org/10.5039/agraria.v14i2a5630

SZEUCZUK K, MENDES MC, STADLER AJ, PAGLIOSA ES, SCHROEDER B, MULLER MML (2018) Doses of NPK formulations combined with humic substance at sowing in barley cultivars. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 22(10):683-688. https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n10p683-688