



Impactos da densidade de plantio e do tamanho do alho-semente livre de vírus na produtividade do alho



Josué Clock Marodin - Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), pesquisador da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, Guarapuava, PR.
E-mail: josuemarodin@hotmail.com

Francisco Vilela Resende - Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Lavras, pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças, Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.
E-mail: francisco.resende@embrapa.br

Rovilson José de Souza - Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa e professor titular do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG.

E-mail: rovilson@dag.ufla.br



As diversas instituições que trabalham com a cultura do alho no Brasil desenvolveram ao longo dos anos várias tecnologias para aumentar a produtividade e a expansão da área cultivada para diferentes regiões do país. Dentre elas pode citar a tecnologia de vernalização, ajuste da densidade de plantio e do tamanho do alho-semente e a utilização de cultivares livre de vírus.

A vernalização permite o plantio de cultivares de alho nobre, exigentes em fotoperíodo longo e baixas temperaturas, em regiões tropicais do Brasil como ocorre nos estados de Minas gerais, Goiás e Distrito Federal. Esta técnica consiste no armazenamento das sementes em temperaturas de 3 a 5°C durante o período de 30 a 60 dias. Esta técnica permite a bulbificação das plantas em regiões climáticas diferentes das subtropicais, comum nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

O aumento da densidade de plantio resulta no aumento de produtividade devido a maior quantidade de bulbos produzidos por área (DORO, 2012). Porém, com o aumento da densidade de plantio pode ser observado a maior competição entre as plantas, principalmente por luz, água e nutriente (MORAVČEVIĆ et al., 2011). Normalmente, a produção de bulbos de melhor classificação comercial é observada em menores densidades de plantio, as quais promovem maior tamanho e massa média de bulbos (ALAM et al., 2010; CASTELLANOS et al., 2004). Assim, ainda é um desafio na cultura do alho ajustar densidades de plantio que permita o aumento da produtividade sem comprometer a qualidade comercial dos bulbos.

Com relação ao tamanho de alho semente, ainda é de costume principalmente entre os pequenos produtores de algumas regiões comercializarem os bulbos de maior tamanho e melhor aceitação comercial e guardar apenas os bulbos de menor tamanho para o plantio da próxima safra. Em regiões com lavouras mais tecnificadas tem sido comum o uso de bulbos grandes, com peso acima de 5 g para o plantio. Os produtores destas regiões argumentam que quanto maior o tamanho de bulbos utilizados como semente maior o desenvolvimento da planta e melhor produtividade do alho. Os bulbos maiores se utilizados para o plantio proporcionam maiores produtividades (MAHADEEN, 2011) em função da maior quantidade de reserva nutricional presente no mesmo. Outro aspecto importante para cultura que precisa ser entendido é a interação entre o tamanho do alho-semente e espaçamento entre plantas. Sabe-se que bulbos maiores associados a menores densidades de plantio possibilita a produção de bulbos maiores na colheita devido ao maior crescimento das plantas e menor competição entre as mesmas (MORAVČEVIĆ et al., 2011).

Atualmente a maioria das áreas de produção de alho no Brasil já

contam com a tecnologia do alho-semente livre de vírus. O acúmulo de viroses ao longo das várias propagações vegetativas, por meio dos bulbos de alho é responsável pela redução do vigor vegetativo e da produtividade em cultivares infectadas por vírus. As cultivares de alho livre de vírus são obtidas por cultura de ápices caulinares, eliminando a degenerescência da planta, causada pelo complexo viral formado pelos gêneros *Allexivirus*, *Carlavirus* e *Potyvirus* (FAYAD-ANDRE; DUSI; RESENDE, 2011). As plantas livres de vírus, apresentam maior vigor vegetativo em função da maior altura de plantas, número de folhas e área foliar. Acredita-se que plantas mais vigorosas necessitam de maior espaço aéreo e volume de solo por planta para atingir o máximo potencial produtivo. Outra questão importante refere-se a verificar se o tamanho do alho-semente um vez livre de vírus influencia o vigor e produtividade da mesma forma como tem sido observado para o alho-semente infectado.

Com o objetivo de ajustar a densidade de plantio e o tamanho de alho semente para as cultivares livre de vírus foi realizado um trabalho na Embrapa Hortaliças para avaliar características de produção do alho livre de vírus em relação ao infectado em função da densidade de plantio e tamanho de bulbos semente.

O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Hortaliças, Gama-DF (15° 55,973' S, 48° 8,674' W e, altitude de 1150 m) (Imagem 1). O clima da região é classificado como tropical, apresenta estação seca no inverno e chuvas concentradas no verão. O plantio foi realizado no dia 20 de maio e colheita dia 01 de outubro de 2013.

O trabalho avaliou um clone livre de vírus (LV) da cultivar Chonan tendo como referência a cultivar original infectada por vírus (IN). O clone livre de vírus foi obtido, por meio da cultura de ápices caulinares *in vitro*, sendo as plantas indexadas pelo teste Dot-Eliza, plantado em telado antiafídeos para mantê-lo isento de viroses. A cultivar Chonan infectada por vírus foi oriunda do banco de germoplasma de alho mantido em condições de campo na Embrapa Hortaliças. A cultivar Chonan é considerada do tipo nobre exigente em fotoperíodo longo para bulbificação. Para o plantio na região do Distrito Federal foi necessário realizar vernalização pré-plantio, 57 dias sob temperatura de 3-5 °C e unidade de 65% em câmara fria. Foram testadas cinco densidades de plantio 480, 390, 330, 280 e 260 mil plantas hectare (Quadro 1), e três tamanhos de bulbos das peneiras P1 (15 x 25 mm), P2 (10 x 20 mm) e P3 (8 x 17 mm) simultaneamente para a cultivar Chonan Livre e infectada por vírus.

Quadro 1. Espaçamento entre as plantas e população em resposta a distância entre fileiras duplas, fileiras simples e entre plantas na linha.

Densidade de plantas (plantas ha ⁻¹)	Área por planta(cm ² planta ⁻¹)	Entre fileiras Dupla (m)	Entre fileiras simples (m)	Entre Plantas (m)
480.000	210	0,30	0,12	0,10
390.000	260	0,40	0,12	0,10
330.000	300	0,45	0,15	0,10
280.000	360	0,45	0,15	0,12
260.000	390	0,50	0,15	0,12



As parcelas dos experimentos foram compostas por quatro fileiras duplas totalizando 232 plantas. A parcela útil foi formada pelas duas fileiras duplas centrais, descartando-se duas plantas nas extremidades de cada fileira, totalizando 100 plantas. A massa média de bulbilhos, da cultivar Chonan LV, para as peneiras 1, 2 e 3 corresponderam a 3,75, 2,80 e 1,90 g bulbilho⁻¹, respectivamente. A massa média de bulbilhos da cultivar Chonan IN, para as peneiras 1, 2 e 3 corresponde a 3,25, 2,37 e 1,72 g bulbilho⁻¹, respectivamente.

A adubação foi realizada de acordo com análise de solo. A análise química apresentou as seguintes características: 6,3 de pH em água (KCl e CaCl₂, relação 1:2,5); 31,1 g dm⁻³ de matéria orgânica; 22 e 176 mg dm⁻³ de P e K respectivamente; 5,8; 2,4; 0; 2,4 cmolc dm⁻³ de Ca, Mg, Al e H+Al, respectivamente. A adubação de plantio foi de acordo com o a recomendação adotada pela Embrapa Hortaliças baseado em análise de solo, utilizando 10 t ha⁻¹ de composto orgânico, 1000 kg ha⁻¹ de super simples, 300 kg ha⁻¹ de yorin m^{aster}, 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, 15 kg ha⁻¹ de bórax e 10 kg ha⁻¹ de sulfato de zinco. Aos 55 DAP foi realizado um estresse hídrico de 12 dias em condições de baixo suprimento de água do solo à planta. Após o estresse hídrico foram realizadas duas adubações de cobertura (70 e 90 DAP) com total de 80 kg ha⁻¹ de N e 80 kg ha⁻¹ e K₂O, sendo utilizados ureia e cloreto de potássio como fontes.

Aos 90 dias após o plantio (DAP) foi avaliada a área foliar (AFO). A AFO foi estimada por meio de um integrador de área foliar (LI 3100/ AREA METER – LI COR), valores expressos em cm² planta⁻¹.

A colheita foi efetuada após a maturidade dos bulbos durante a fase de senescência das plantas aos 130 DAP. O processo de cura foi realizado na sombra por 25 dias após a colheita. Depois da cura, os bulbos passaram por toalete, realizando o corte das raízes e folhas, utilizando uma tesoura de poda. Os bulbos foram classificados quanto à classe comercial, de acordo com a portaria N^o 242 de 17/09/1992 do MAPA (BRASIL, 1992), em relação ao diâmetro: refúgio (menor que 32 mm) classe 3 (maior que 32 até 37 mm), classe 4 (maior que 37 até 42 mm), classe 5 (maior que 42 até 47 mm), classe 6 (maior que 47 até 56 mm) e classe 7 (maior que 56 mm). As classes 3 e 4 foram agrupadas devido à baixa ocorrência de bulbos da classe 3 no tratamento de Chonan Livre de Vírus. Após a classificação foram avaliados a massa total e número de bulbos de cada classe.

Foi avaliado produção comercial de bulbos (PCB), os valores são expressos em t ha⁻¹. Porcentagem de bulbo classe 7 (PB7), classe 6 (PB6), classe 5 (PB5) e classe 4+3 (PB4+3) determinadas pela razão entre o número de bulbos de cada classe, pelo número total de





bulbos, valores expressos em porcentagem (%). A Massa média de bulbos foi determinada entre a razão da produtividade comercial de bulbos pelo número de plantas por parcela, valores expressos em gramas por bulbo.

A degenerescência em plantas de alho infectadas por viroses ocasiona redução do vigor vegetativo. Normalmente tem se observado maior altura de plantas e número de folha em material originado de cultura de ápices caulinares, considerado livre de vírus. No entanto, o maior crescimento vegetativo em plantas livre de vírus está relacionada com o maior comprimento e largura das folhas. Neste trabalho foi evidenciada maior área foliar na cultivar Chonan livre de vírus quando comparado ao material infectado para cada tamanho de semente e para cada densidade de plantio (Tabela 1).

Tanto para Chonan livre de vírus como infectado os maiores valores de área foliar de plantas foram observados nos maiores tamanhos do bulbilho-semente e menores densidades de plantio (Tabela 1). O alho-semente de maior tamanho proporciona a maior área foliar em função da maior quantidade de reserva nutricional. O maior espaçamento entre as plantas, baixas densidades de plantio, proporcionam maior crescimento vegetativo devido a menor competição entre plantas por nutrientes, água, e luz.

A cultivar Chonan livre de vírus utilizando alho-semente de peneira P1 e P2 proporcionou aumento de área foliar em resposta a diminuição da densidade de plantio. Nestes tratamentos, a maior

área foliar foi observada na densidade de 260.000 plantas por hectare. O crescimento da planta de alho está relacionado com a melhor captação de luz solar, para melhor taxa fotossintética. As altas densidades de plantio causam sombreamento e maior competição entre plantas. Por essa razão, espaçamentos maiores entre as plantas permitem maior crescimento vegetativo.

O vigor das plantas livre de vírus e o crescimento vegetativo proporcionado pelo maior tamanho de bulbilho-semente produzem bulbos de alho de maior tamanho e maior massa. Em cada densidade de plantio, as maiores produtividades de bulbos foram observados para Chonan livre de vírus nos maiores tamanhos de alho-semente (Tabela 1).

Tabela 1. Influência da densidade de plantio e tamanho do alho-semente (Peneiras: P1, P2 e P3) na área foliar e produtividade do alho Chonan infectado e livre de vírus.

As maiores produtividades observadas neste trabalho aconteceram nas maiores densidades de plantio, independente do tamanho do alho semente e presença de viroses (Tabela 1). A maior produtividade esta relacionada ao maior número de bulbos de alho por unidade. Por outro lado, nas maiores densidades de plantio, normalmente ocasiona redução do tamanho de bulbos devido

TAMANHO DE BULBILHOS SEMENTE DE ALHO CV. CHONAN

Densidade de plantas (plantas ha ⁻¹)	Livre de Vírus			Infectado		
	P1 15 x 25 mm	P2 10 x 20 mm	P3 8 x 17 mm	P1 15 x 25 mm	P2 10 x 20 mm	P3 8 x 17 mm
Área Foliar (cm² de folha planta⁻¹)						
480.000	549,6	417,3	357,9	376,8	299,1	287,2
390.000	570,3	453,5	366,5	391,2	310,8	296,9
330.000	586,9	482,4	373,5	402,8	320,1	304,6
280.000	611,8	525,8	383,9	420,2	334,1	316,2
260.000	624,3	547,5	389,1	428,9	341,1	321,9
Produtividade (t ha⁻¹)						
480.000	15,59	15,59	14,53	11,64	10,2	9,49
390.000	14,65	14,42	13,18	10,58	9,28	8,61
330.000	13,89	13,47	12,10	9,73	8,54	7,91
280.000	12,76	12,06	10,49	8,46	7,41	6,86
260.000	12,19	11,35	9,68	7,83	6,85	6,34
Massa média de bulbos (g bulbo⁻¹)						
480.000	31,43	31,90	29,86	23,88	20,69	19,48
390.000	35,40	34,86	31,72	25,46	22,21	20,72
330.000	38,59	37,23	33,21	26,72	23,42	21,71
280.000	43,36	40,79	35,44	28,62	25,25	23,20
260.000	45,75	42,57	36,56	29,57	26,16	23,95



a maior competição por água, nutrientes e luz. O auto sombreamento entre as plantas, em plantio mais adensado diminuem o tamanho e a massa média dos bulbos. Assim para plantas livres de vírus, enquanto a produtividade aumentou 38% quando se evolui de tamanho de bulbilho 3 e densidade de 260.000 plantas.ha⁻¹ para bulbilho 1 e 480.000 plantas.ha⁻¹, o alho infectado o impacto desta comparação é maior com aumento de 45,5% na produtividade.

A massa média de bulbos tem aumento de 46% para o alho-semente livre de vírus de peneira P1 da densidade de plantio de 480.000 para a densidade de 260.000, considerando o mesmo tamanho de semente. Em contra partida, para alho-semente infectados por viroses de peneira P1 o aumento da massa média de bulbos nestas densidade de plantio é somente 24%. Este fato demonstra que o material livre de vírus apresenta comportamento diferente do material infectado pela maior resposta em massa média de bulbos no aumento do espaçamento de plantas.

A produção de bulbos de alho de classe 7, ou seja os maiores bulbos, atingiu uma proporção considerável, aproximadamente de 40%, quando utilizou a cultivar Chonan livre de vírus e alho-semente de peneira 1 e peneira 2 na densidade de plantio de 260.000 plantas por hectare (Tabela 2). No clone infectado, para esta mesma situação obteve-se 15,8% de bulbos na nas classe 7 e somente para a peneira 1. A ausência de degenerescência nos clones livres de vírus permite as maiores proporções de bulbos de classe 7, compensando de certo modo, o tamanho do material propagativo entre as sementes de peneira P1 e P2, sendo observado valores muito semelhantes para esses tratamentos.



Densidade ¹ de plantas (plantas ha ⁻¹)	Livre de Vírus				Infectado			
	C7 >56mm	C6 47-56 mm	C5 42-47 mm	C4+3 32-42 mm	C7 >56mm	C6 47-56 mm	C5 42-47 mm	C4+3 32-42 mm
Bulbilhos Peneira 1 (malha 15 x 25 mm)								
480.000	15,2	63,2	17,1	4,5	5,6	47,6	21,5	25,3
390.000	22,0	59,8	14,1	4,1	8,4	49,8	19,8	22,0
330.000	27,5	57,1	11,8	3,6	10,7	51,5	18,4	19,4
280.000	35,7	53,1	8,3	2,9	14,1	54,1	16,4	15,4
260.000	39,9	51,1	6,5	2,5	15,8	55,3	15,4	13,5
Bulbilhos Peneira 2 (malha 10 x 20 mm)								
480.000	13,9	60,5	18,1	7,5	0,8	42,7	30,8	25,7
390.000	21,4	57,5	15,2	5,9	1,7	44,8	29,6	23,9
330.000	27,3	55,1	12,9	4,7	2,3	46,4	28,7	22,6
280.000	36,2	51,5	9,4	2,9	3,4	48,9	27,2	20,5
260.000	40,7	49,7	7,6	2,0	3,9	50,1	26,4	19,6
Bulbilhos Peneira 3 (malha 8 x 17mm)								
480.000	11,8	61,5	17,8	8,9	0,3	37,4	32,9	29,4
390.000	16,5	60,4	15,5	7,6	1,3	39,5	32,5	26,7
330.000	20,3	59,5	13,7	6,5	2,1	41,1	31,9	24,9
280.000	25,9	58,4	10,8	4,9	3,3	43,6	30,7	22,4
260.000	28,7	57,4	9,6	4,3	3,9	44,8	29,9	21,4

Tabela 2. Influência da densidade de plantio, para cada tamanho de bulbilho semente (Peneiras 1, 2 e 3), na distribuição da produção de bulbos da cultivar Chonan infectada e livre de vírus (%) dentro das classes comerciais de tamanho de bulbos, classe 7, 6, 5, e 4+3, valores expressos em porcentagem (%).



De modo geral, a distribuição de bulbos de alho nas classes comerciais para a cultivar Chonan infectada por viroses apresentam valores consideráveis, acima de 20%, nas classes 5, e 4+3. Esses bulbos apresentam menor cotação comercial. No entanto, para a cultivar Chonan livre de vírus, a distribuição é concentrada nas classes comerciais 7 e 6, as quais apresentam maior valor comercial.

O produtor com base nestes dados pode fazer uma análise de viabilidade econômica para adequar a densidade de plantio e tamanho de alho-semente mais favoráveis ao seu sistema de produção. O custo do alho-semente pode representar até 30% do custo total da lavoura. Deve-se considerar que quanto maior a densidade de plantio maior é a produtividade, no entanto, pode levar a produção de bulbos menores, reduzindo a qualidade comercial da produção e elevando o custo de plantio devido ao maior gasto com alho-semente. Para produtores que utilizam alho-sementes livre de vírus, deve-se avaliar densidades de plantio que permitam a redução do custo de plantio e a possibilidade de produzir bulbos com maior qualidade e valor comercial, resultando em maior lucratividade.

Figura 1: Ensaio de avaliação de densidade de plantio e tamanho de alho-semente no campo experimental da Embrapa Hortaliças, Gama-DF.



Figura 2: Avaliação de características agrônômicas de plantas de alho em diferentes densidades de plantio e tamanho de alho-semente na Embrapa Hortaliças, Gama-DF. A imagem mostra um pesquisador em um campo experimental de alho, avaliando as plantas em diferentes densidades de plantio. O campo é delimitado por postes de madeira e o solo é vermelho.



BIBLIOGRAFIA

ALAM, M. S. et al. Effect of spacing on growth and yield of two lines of garlic under dry land condition. *Journal of Agroforestry Environment, Bangladesh*, v. 4, n. 2, p. 151-154, 2010.

CASTELLANOS, J. Z. et al. Garlic productivity and profitability as affected by seed clove size. *Hortscience*, Alexandria, v. 39, n. 6, p. 1272-1277, Feb. 2004.

DORO, A. K. Response of garlic (*Allium Sativum* L.) to intra-row spacing at Ajiwa irrigation site of Katsina State, Nigeria. *Journal of Research in National Development, Owerri*, v. 10, n. 2, p. 103-107, 2012.

FAYAD-ANDRE, M. de S.; DUSI, A. N.; RESENDE, R. O. Spread of viruses in garlic fields cultivated under different agricultural production systems in Brazil. *Tropical Plant Pathology*, Brasília, v. 36, n. 6, p. 341-349, 2011.

MAHADEEN, A. Y. Influence of clove weight on vegetative growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.) grown under drip irrigation. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, Jordan, v. 7, n. 1, p. 44-50, Aug. 2011.

MORAVČEVIĆ, D. et al. Effect of plant density on the characteristics of photosynthetic apparatus of garlic (*Allium sativum* L.). *African Journal of Biotechnology*, Nairobi, v. 10, n. 71, p. 15861-15868, 2011.

