

Densidade de plantas e doses de NPK nos componentes de produção de soja-hortaliça na Savana de Roraima

Plant density and levels of NPK on the production components of vegetable soybean in the Savannah of the state of Roraima

Alynnny Neftaly Lopes Monteiro¹, José Maria Arcanjo Alves^{2*}, Williams da Silva Matos³, Marcelo Ribeiro da Silva³, Diego Lima Silva³, Glauber Ferreira Barreto³

Resumo: Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de duas densidades de semeadura e doses de NPK (02-24-12) nos componentes de produção da soja hortaliça linhagem JLM 08, na Savana de Boa Vista, Roraima. O experimento foi conduzido no período de novembro de 2013 a março de 2014, na área experimental do Centro de Ciências Agrária da Universidade Federal de Roraima, *Campus* Cauamé, em Boa Vista, Roraima. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial (2 x 5), com três repetições. O primeiro fator correspondeu a duas densidades (40.000 e 80.000 plantas por hectare), enquanto o segundo a cinco doses de NPK (02-24-12) (0, 200, 400, 600 e 800 kg ha⁻¹). Avaliaram-se a altura de inserção da primeira e da última vagem, diâmetro do caule, número de vagens por planta com 1, 2 e 3 grãos, número de vagens totais por planta, massa de 100 grãos, bem como a estimativa da produtividade de grãos. A altura de inserção da primeira e da última vagem do genótipo de soja-hortaliça JLM 08 não é influenciada pelas densidades de plantio nem pelas doses do adubo formulado. Na densidade de 80.000 plantas por hectare, o número de vagem por planta é influenciado pelas doses do adubo, apresentando resposta quadrática positiva. A dose de máxima eficiência técnica (492,86 kg ha⁻¹) do adubo determina aumento de 18% na produtividade de grãos para a maior densidade de plantio.

Palavras-chave: Adubação química. *Glycine max*. Soja-alimento.

Abstract: The aim of this study was to evaluate the effect of two sowing densities and levels of NPK (02-24-12) on the production components of the JLM 08 strain of vegetable soybean, in the Savannah of Boa Vista, in the state of Roraima, Brazil. The experiment was carried out from November 2013 to March 2014 in the experimental area of the Centre for Agrarian Sciences at the Cauamé *Campus* of the Federal University of Roraima in Boa Vista. The experimental design was of randomised blocks in a factorial scheme (2 x 5) with three replications. The two densities (40,000 and 80,000 plants per hectare) comprised the first factor, while five levels of NPK (02-24-12) made up the second (0, 200, 400, 600 and 800 kg ha⁻¹). The following were evaluated: height of insertion of the first and last pod; stem diameter; number of pods per plant having 1, 2, and 3 grains; total number of pods per plant; 100 grain weight and estimated grain yield. The height of insertion of the first and last pod in the JLM 08 genotype of the vegetable soybean is not influenced by the planting densities or levels of formulated fertiliser. At a density of 80,000 plants per hectare, the number of pods per plant is influenced by the levels of fertiliser, demonstrating a positive quadratic response. The level of fertiliser with the maximum technical efficiency (492.86 kg ha⁻¹) gives an 18% increase in grain yield at the highest planting density.

Key words: Chemical fertilisation. *Glycine max*. Soybean food.

*Autor para correspondência

Enviado para publicação em 21/04/2015 e aprovado em 30/09/2015

¹Engenheira Agrônoma, alynnneftaly@gmail.com

²Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Roraima-UFRR, Boa Vista, RR, Brasil, arcanjoalves@ufr.br

³Discente do curso de Agronomia - UFRR, Roraima, williams.mqv@hotmail.com, marceloribeiro.tec@gmail.com, diego.lima10@gmail.com
glauberbarreto@gmail.com

INTRODUÇÃO

A cultura da soja, *Glycine max* L., é de grande importância para a humanidade, em função da facilidade de cultivo, da vasta aplicabilidade de seus produtos e devido à sua proteína ser a que mais se assemelha à proteína animal (ESTEVEZ; MONTEIRO, 2001).

No Brasil, há diversas cultivares de soja com potencial de uso, como a soja-hortaliça, porém apresentam produtividade muito variada, dependendo das condições em que são cultivadas (CHARLO *et al.*, 2011).

Atualmente, a soja-hortaliça possui grande potencial de crescimento no mercado brasileiro, podendo ser uma alternativa natural na reposição hormonal, principalmente no que concerne à sua importância na alimentação humana, especialmente na feminina (CHARLO *et al.*, 2008). Segundo Konovsky e Lumpkin (1990), as cultivares de soja-hortaliça apresentam características especiais, que as diferenciam da soja comum, como: grãos maiores e melhores em sabor e textura; tempo de cozimento menor, devido aos níveis mais altos de ácido fítico, o que torna os grãos mais tenros e de cocção rápida.

A densidade de semeadura é um fator determinante para o arranjo das plantas no ambiente de produção, podendo influenciar no crescimento vegetativo (MARTINS *et al.*, 1999), o que interfere na competição inter e intra-específica por recursos do solo, especialmente água e nutrientes, além de provocar mudanças morfofisiológicas nas plantas (ARGENTA *et al.*, 2001).

Estudos com espaçamentos e ao uso de adubação na cultura da soja-hortaliça ainda são poucos, contudo, Mendonça *et al.* (2003) verificaram que o espaçamento entre linhas para soja-hortaliça pode variar de 0,40 a 0,50 m, e a distância entre as sementes pode variar entre 0,05 e 0,12 m.

Na soja comum, a disponibilidade de nutrientes influencia a composição química das sementes, seu metabolismo e vigor. Dessa forma, o adequado fornecimento de nutrientes favorece o desenvolvimento das plantas, condicionando-as a produzirem metabólitos necessários ao desenvolvimento de seus frutos e sementes (VEIGA *et al.*, 2010).

A produtividade de uma cultura é definida pela interação entre a planta (genótipo), o ambiente de produção e o manejo. Um solo com manejo cultural adequado e níveis de fertilidade equilibrados, propiciam condições para que a planta obtenha bom desenvolvimento e maior rendimento de grãos (BOARD; MODALI, 2005; MAUAD *et al.*, 2010). Segundo Lima e Smiderle (2013), a escolha da adubação também é fator importante para o desenvolvimento da soja-hortaliça. THOMAS *et al.* (1998) afirmaram que a fertilidade do solo é fator importante, que, em baixos níveis, afeta o desenvolvimento da soja e influencia negativamente o rendimento de grãos.

Em Roraima, em áreas de Savana, desde 2004, estão sendo realizadas avaliações de genótipos de soja-hortaliça, demonstrando boa adaptação para cultivo com alto potencial para produção de grãos, com plantas apresentando porte desejado, mesmo com a utilização de adubações alternativas (SMIDERLE *et al.*, 2008).

Dois genótipos de soja-hortaliça foram avaliados por Smiderle *et al.* (2009), em função da utilização de diferentes adubos na Savana de Roraima, obtendo maior produção de grãos secos (2.979 kg ha⁻¹) para a cultivar BRS 258, seguida da cultivar BR 9452273, com 2.603 kg ha⁻¹.

Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de duas densidades de plantio e doses de NPK (02-24-12) nos componentes de produção da soja-hortaliça linhagem JLM 08, na Savana de Boa Vista, em Roraima.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de novembro de 2013 a março de 2014, no Campo experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Roraima (UFRR), no município de Boa Vista, Roraima, nas coordenadas geográficas de referência: latitude 02°49'11" N, longitude 60°40'24" W e altitude de 90 m. O clima da região, segundo Köppen, é do tipo Aw, com duas estações climáticas bem definidas, uma chuvosa (abril-setembro) e outra seca (outubro-março) (ARAÚJO *et al.*, 2001).

A umidade do solo da área experimental foi mantida empregando-se irrigação complementar por aspersão convencional (Aspersor Fabrimar ECO A320 vazão de 3.000 L h⁻¹) até 15 dias antes da colheita. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Amarelo distrófico, textura média, apresentando as seguintes características químicas (camada de 0-20 cm): pH em água 5,13; P = 8,1 mg dm⁻³; K = 40 mg dm⁻³; Ca²⁺ = 0,73 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 0,17 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 0,48 cmol_c dm⁻³; H + Al = 2,7 cmol_c dm⁻³; SB = 1,0 cmol_c dm⁻³; t = 1,48 cmol_c dm⁻³; T = 3,70 cmol_c dm⁻³; V = 27%; m = 32,4% e 1,62% de matéria orgânica.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial (2 x 5), com três repetições. O primeiro fator correspondeu a duas densidades populacionais (40.000 e 80.000 plantas ha⁻¹, com uma e duas plantas por cova, respectivamente), e o segundo fator a cinco doses de NPK (02-24-12) (0, 200, 400, 600 e 800 kg ha⁻¹, correspondente a 0, 5, 10, 15 e 20 g do adubo formulado por cova).

O adubo formulado utilizado no experimento foi FH Micro Total 02-24-12 (NPK), acrescido da seguinte composição: 8,0% de Ca; 4,0% de S; 0,05% de B; 0,06% de Mn; 0,005% de Mo e 0,27% de Zn.

A parcela experimental foi constituída por 18 covas, em três linhas de três metros, com espaçamento de 0,5 m

entre linhas e entre covas. A área útil de cada parcela foi de 1,0 m², correspondendo às plantas das quatro covas centrais da parcela.

Utilizou-se a linhagem de soja-hortaliça JLM 08, cedida pela Embrapa Roraima. As sementes foram inoculadas com uma mistura dos inoculantes Semia 6462 (líquido) e Semia 587/Semia 5019 (turfo).

Em razão da pouca quantidade de sementes, optou-se por semear as sementes logo após a inoculação em copos plásticos descartáveis de 400 mL. O substrato para enchimento dos copos foi preparado com a mistura de areia, solo da camada 0-10 cm da área experimental e composto orgânico na proporção de 1:2:1.

A semeadura foi realizada em 16 de novembro de 2013, colocando-se três sementes por copo, com regas diárias até a data do transplantio. Aos cinco dias após a emergência, fez-se o desbaste das plântulas, deixando-se uma ou duas plantas vigorosas por copo, conforme tratamento experimental.

As covas foram abertas dez dias antes do transplantio com cavadeira manual, com dimensões de 0,20 m de diâmetro por 0,20 m de profundidade, aproximadamente. Fez-se a aplicação de calcário dolomítico (PRNT 100%) na cova (20 gramas por cova - 800 kg ha⁻¹).

Aos 15 dias após a semeadura, fez-se o transplantio das plantas de soja para as parcelas experimentais. Por ocasião do transplantio, fez-se a adubação na cova, conforme o tratamento utilizado.

Durante o desenvolvimento da cultura, foram realizadas capinas manuais para o controle de plantas daninhas, bem como aplicação de inseticidas a base de Imidacloprido, para controle de mosca branca (*Bemisia* sp.) e cochonilha (*Dysmicoccus brevipes*), e acaricida a base de Abamectina para controle do ácaro vermelho (*Tetranychus evansi*).

As plantas de soja da área útil foram colhidas no estágio R8 (95% das vagens apresentaram-se maduras) e colocadas em embalagem de papel, mantendo-se o teor de água dos grãos a 13%, aproximadamente.

As variáveis analisadas foram: altura de inserção da primeira vagem e altura da inserção da última vagem na haste principal da planta, medidas com auxílio de uma fita métrica, em centímetros, a partir do nível do solo; diâmetro do caule, medido com auxílio de um paquímetro digital, em milímetros, na altura de inserção das folhas cotiledonares; número de vagens por planta com 1 grão; número de vagens por planta com 2 grãos; número de vagens por planta com 3 grãos; número de vagens por planta; massa de 100 grãos e produtividade de grãos estimada pela produção total de grãos da área útil da parcela.

Os dados das variáveis analisadas foram submetidos à análise de variância. Para os efeitos significativos dos tratamentos quantitativos, realizou-se a análise de regressão a fim de se estabelecer modelos que melhor descrevessem as relações entre as variáveis nas doses de NPK.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 1), observa-se que os efeitos simples e interação entre fatores em estudo não afetaram significativamente ($p > 0,05$) a altura da inserção da primeira vagem (Alt.1aV) e altura da inserção da última vagem (Alt.UV).

As plantas de soja tiveram altura média de inserção de primeira vagem de 4,63 cm (Tabela 1), considerada muito baixa. Usualmente, busca-se obter cultivares com altura de inserção de primeira vagem variando de 10 a 15 cm (PELUZIO *et al.*, 2009). De acordo com Mauad *et al.* (2010), a inserção da primeira vagem é uma característica importante, pois determina a regulação da altura da barra de corte da colhedora, visando obter a máxima eficiência durante esse processo.

Para a produção da soja convencional, na qual se busca obter maiores rendimentos de grãos secos, é de fundamental importância o cultivo de genótipos que apresentem maiores alturas na inserção da primeira vagem, mas para a soja-hortaliça, que a colheita é feita quando as sementes estão imaturas (Estádio R6) e ocupam 80 a 90% da largura das vagens (KONOVSKY; LUMPKIN, 1990), a definição da melhor altura de inserção da primeira vagem ainda é uma característica que necessita de mais discussões, pois a colheita desses genótipos de soja-hortaliça é feita cortando-se a planta, ainda verde, para depois serem retiradas as vagens.

A altura média da inserção da última vagem foi de 16,82 cm (Tabela 1), igualmente abaixo da altura necessária para que uma planta atinja o máximo do seu potencial para produção de grãos. Carpenter e Board (1997) afirmaram que a altura da inserção da primeira vagem na cultura da soja está correlacionada positivamente com a altura da planta.

Era de se esperar que na maior densidade populacional as plantas fossem mais altas, devido ao possível estiolamento causado pelo sombreamento. De acordo com Wareing e Phillips (1981), a auxina é conjugada e foto-oxidada na presença da luz, portanto, a taxa de crescimento longitudinal é diminuída na presença da luz. No entanto, não foi verificado tal comportamento na altura das plantas, provavelmente devido ao hábito de crescimento determinado desse genótipo, conforme constatado também por Watanabe *et al.* (2005) em soja convencional.

A baixa altura das plantas em genótipos de soja-hortaliça também foi constatada por Smiderle *et al.* (2009), em dois genótipos de soja-hortaliça cultivados com diferentes adubos em Roraima, obtiveram altura média da planta de 61,8 cm, independentemente da adubação utilizada.

Para o diâmetro do caule (DC), desdobrou-se a interação para avaliar os efeitos de doses de NPK dentro de cada densidade de população, observou-se que houve efeito das doses apenas na densidade de 40.000 plantas por hectare, sendo descrito por modelo linear (Figura 1). No entanto,

Tabela 1 - Resumo da ANOVA para a altura de inserção da primeira vagem (Alt. 1ª V - cm), altura da inserção da última vagem (Alt.UV - cm) e diâmetro do caule (DC - mm) da linhagem JLM 08 de soja hortaliça em duas densidades de plantio em função de doses do adubo formulado 2-24-12 (NPK) na savana de Boa Vista - Roraima, 2014

Table 1 - ANOVA summary for the height of insertion of the first pod (Alt. 1ª V - cm), height of insertion of the last pod (Alt.UV - cm) and stem diameter (DC - mm), in the JLM 08 strain of vegetable soybean at two planting densities for levels of 2-24-12 formulated fertiliser (NPK), in the Savannah of Boa Vista, Roraima, 2014

F.V.	GL	Quadrado Médio		
		Alt. 1ªV	Alt.UV	DC
Bloco	2	0,001 ^{ns}	5,682 ^{ns}	0,194 ^{ns}
Densidade de Plantas (DP)	1	1,452 ^{ns}	1,587 ^{ns}	53,280 ^{***}
Doses do Adubo (NPK)	4	0,061 ^{ns}	0,750 ^{ns}	1,118*
DP x NPK	4	0,163 ^{ns}	0,522 ^{ns}	0,710 ^{ns}
Resíduo	18	0,480	2,168	0,391
Média (40.000 plantas/ha)		-	-	9,09
Média (80.000 plantas/ha)		-	-	6,43
Média Geral		4,63	16,82	-
C.V. (%)		14,95	8,76	8,05

Legenda: ^{ns}, ^{***}, * - Não significativo, significativo a 0,1 e 5% de probabilidade pelo teste F.

Legend: ^{ns}, ^{***}, * - Not significant, significant at 0.1 and 5% probability by F test.

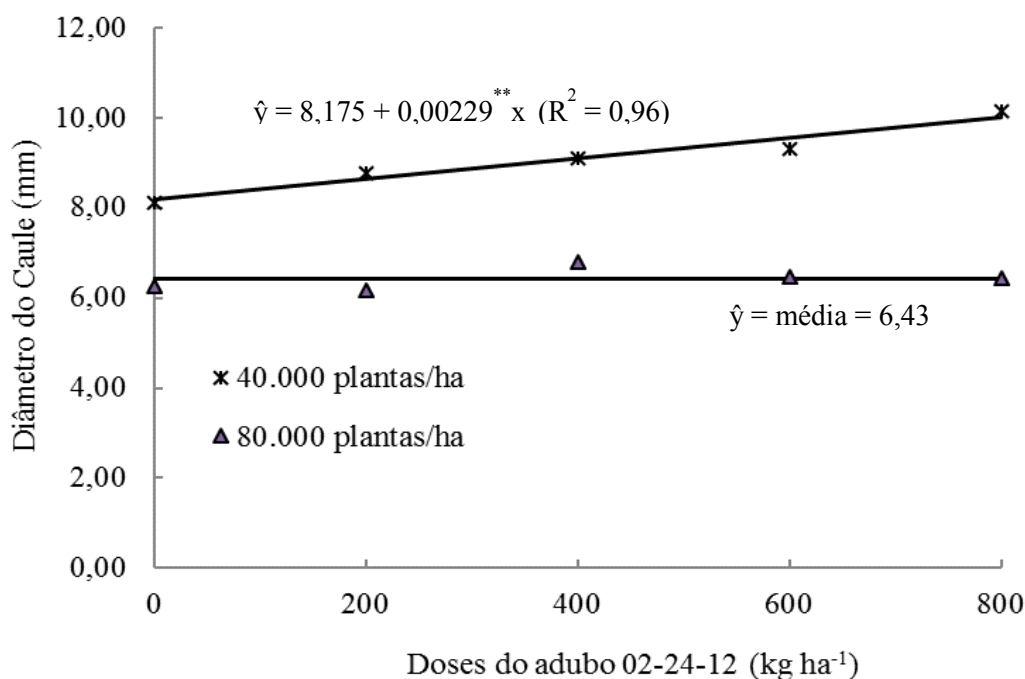


Figura 1 - Diâmetro do caule, em milímetros, de soja-hortaliça linhagem JLM 08, em duas densidades de plantio em função de doses do adubo formulado 02-24-12 (NPK), na Savana de Boa Vista - Roraima. 2014.

Figure 1 - Stem diameter in millimetres, in the JLM 08 strain of vegetable soybean at two planting densities for levels of 2-24-12 formulated fertiliser (NPK), in the Savannah of Boa Vista, Roraima. 2014.

na densidade de 80.000 plantas por hectare o DC não se alterou com o aumento das doses de NPK, com valor médio de 6,43 mm (Figura 1)

O aumento do DC ficou evidente na densidade de 40.000 plantas ha⁻¹, principalmente devido à menor competição entre as plantas, pois nessa densidade de plantas ficou apenas uma planta por cova. Watanabe *et al.* (2005), avaliando a densidade de plantas em soja convencional (de 200.000 plantas ha⁻¹ para 400.000 plantas ha⁻¹), constataram que quanto menor a densidade de plantas maior o diâmetro do caule. Estes autores atribuíram essa ocorrência ao fato de as covas com uma planta estarem expostas à menor competição intra-específica, fato não acontecido nos tratamentos com duas plantas por cova.

A Tabela 2 apresenta o resumo da análise de variância das variáveis relacionadas com a produção de vagens por planta. Observa-se que houve efeito significativo ($p \leq 0,05$) para o número de vagens por planta com um grão (NV1G) tanto para o efeito simples doses do adubo quanto para a interação entre os fatores estudados. Para as variáveis NV2G e NV3G, apenas houve efeito significativo ($p \leq 0,05$) para o fator densidade de semeadura, e para a variável NVPlanta houve efeito significativo ($p \leq 0,05$) tanto para os efeitos simples quanto para interação.

O NV2G e NV3G foram superiores na densidade de 40.000 plantas por hectare, com média de 29,11 e 11,23 vagens por planta, respectivamente (Tabela 2). Observa-se, ainda, que NV2G foi superior ao NV3G, independentemente das doses do adubo. Corroborando com este trabalho,

Chalo *et al.* (2008) observaram que os genótipos JLM010 e CNPSOI de soja-hortaliça, quando cultivadas em densidades menores, produziram maior número de grãos por vagem. Segundo Konovsky e Lumpkin (1990), as cultivares de soja-hortaliça devem ter preferencialmente vagens com dois ou mais grãos.

O número de vagens total por planta sofreu apenas influência das doses do adubo na densidade de 80.000 plantas por hectare, que apresentou resposta quadrática positiva com o aumento das doses de NPK, não se observando diferença na densidade de 40.000 plantas por hectare, com média de 52,89 vagens por planta, independente da dose do adubo, mas superior ao número de vagens por planta da densidade de 80.000 plantas por hectare em todas as doses utilizadas (Figura 2).

Na densidade de 80.000 plantas por hectare, a dose que correspondeu ao maior número de vagens por planta foi de 499,17 kg ha⁻¹ do adubo formulado 2-24-12, correspondendo a 50,55 vagens por planta (Figura 2).

A determinação do número de vagens por planta está intimamente ligada ao potencial genético de cada variedade (NETO *et al.*, 2009). Santos *et al.* (2013) encontraram baixos valores para o número de vagens por planta de soja-hortaliça, devido aos genótipos testados terem crescimento reduzido com menor altura de plantas. Mauad *et al.* (2010) relataram que o aumento da densidade de semeadura diminuiu linearmente o número de vagens por planta. Isso está relacionado ao fato de que nas maiores densidades de semeadura há maior competição por luz e

Tabela 2 - Resumo da ANOVA do número de vagens com 1 grão por planta (NV1G), número de vagens com 2 grãos por planta (NV2G), número de vagens com 3 grãos por planta (NV3G) e número de vagem por planta (NVPlanta) da linhagem JLM 08 de soja-hortaliça, em duas densidades de plantio em função de doses do adubo formulado 2-24-12 (NPK), na savana de Boa Vista - Roraima, 2014

Table 2 - ANOVA summary for the number of pods per plant with 1 grain (NV1G), number of pods per plant with 2 grains (NV2G), number of pods per plant with 3 grains (NV3G) and number of pods per plant (NVPlanta), in the JLM 08 strain of vegetable soybean at two planting densities for levels of 2-24-12 formulated fertiliser (NPK), in the Savannah of Boa Vista, Roraima. 2014

F.V.	GL	Quadrado Médio			
		NV1G	NV2G	NV3G	NVPlanta
Bloco	2	6,688 ^{ns}	46,145*	0,393 ^{ns}	96,593*
Densidade de Plantio (DP)	1	1,369 ^{ns}	74,450*	61,605***	311,374**
Doses do Adubo (NPK)	4	26,860***	25,202 ^{ns}	3,583 ^{ns}	129,244**
DP x NPK	4	23,993***	20,940 ^{ns}	1,580 ^{ns}	86,891*
Resíduo	18	3,065	11,709	1,465	27,257
Média (40.000 plantas/ha)	-	-	29,11	11,23	-
Média (80.000 plantas/ha)	-	-	25,95	8,36	-
Média Geral	-	-	-	-	-
C.V. (%)		14,19	12,43	12,36	10,51

Legenda: ^{ns}, ^{***}, ^{**}, ^{*} - Não significativo, significativo a 0,1, 1 e 5% de probabilidade pelo teste F.

Legend: ^{ns}, ^{***}, ^{**}, ^{*} - Not significant, significant at 0.1, 1 and 5% probability by F test.

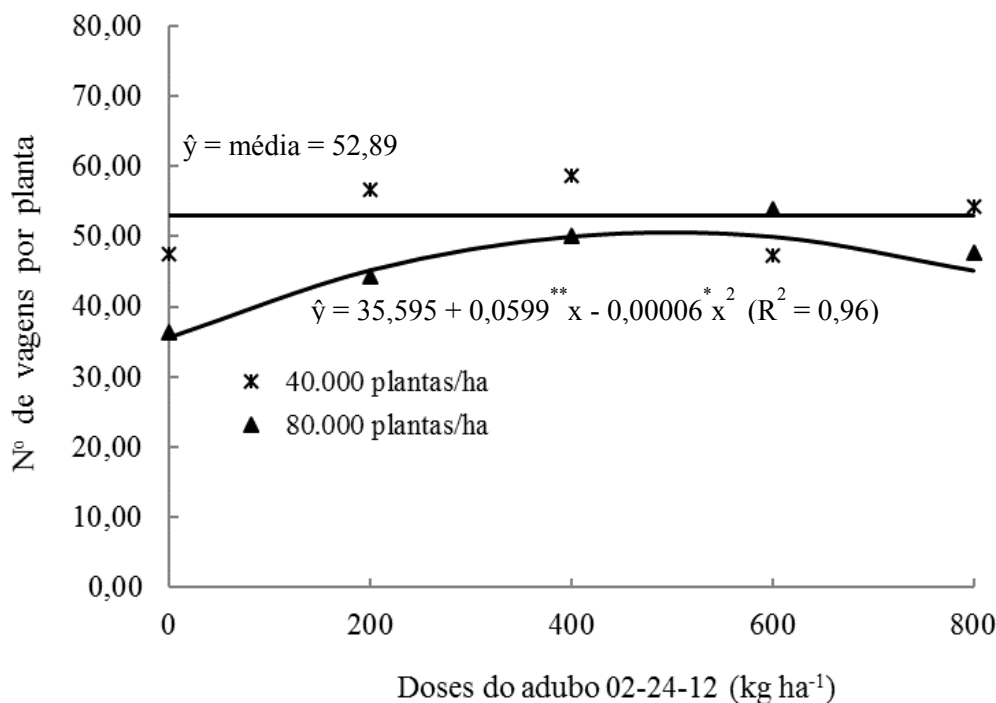


Figura 2 - Número de vagens por planta de soja-hortaliça linhagem JLM 08, em duas densidades de plantio em função de doses do adubo formulado 02-24-12 (NPK), na Savana de Boa Vista - Roraima, 2014.

Figure 2 - Number of pods per plant, in the JLM 08 strain of vegetable soybean at two planting densities for levels of 2-24-12 formulated fertiliser (NPK), in the Savannah of Boa Vista, Roraima, 2014.

menor disponibilidade de fotoassimilados, fazendo com que a planta diminua o número de ramificações.

O número de vagens observado neste trabalho estão próximos dos valores encontrados por Viana *et al.* (2009), que obtiveram de 25 a 42 vagens por planta, em três genótipos de soja-hortaliça em Areia - PB. Charlo *et al.* (2008), avaliando dois genótipos de soja-hortaliça de ciclo precoce (JLM010 e CNPSOI), em diferentes densidades, encontraram médias de 28,8 e 47,3 vagens por planta, respectivamente.

A densidade de 40.000 plantas ha⁻¹ proporcionou maior número de sementes por vagem, diferindo da de 80.000 plantas por hectare (Tabela 2). Isso pode ter ocorrido porque espaçamentos menores reduzem a atividade fotossintética das plantas, podendo ocorrer uma ligeira diminuição no tamanho dos grãos (CARRÃO-PANIZZI, 2006). Desse modo, pode-se entender que houve efeito compensatório, pois o menor número de vagens por planta foi compensado pelo aumento da densidade populacional. Para a menor densidade estudada, houve melhor desempenho quanto ao número médio de vagens por planta. Castoldi *et al.* (2009) afirmaram que à medida que diminui a densidade de semeadura aumenta o número de vagens por planta e Tourino *et al.* (2002) que, estudando o efeito de diversas densidades de plantas de soja convencional na linha de

semeadura, verificaram que o número de vagens por planta variou inversamente com a densidade de plantas.

Segundo Carrão-Panizzi (2006), devido ao alto valor comercial da soja-hortaliça, o rendimento não é tão importante; entretanto, a densidade de semeadura influencia no rendimento, ou seja, densidades que permitem maior exposição solar das plantas favorecem a ramificação e a produção de vagens.

A massa de 100 grãos (M100) não foi afetada pelos fatores simples, nem pela interação entre eles, obtendo-se média geral de 29,79 g, no entanto, a produtividade só não apresentou resultados significativos na interação dos fatores, apresentando produtividade máxima de 1.276,33 e 1.542,63 kg ha⁻¹ para 40.000 e 80.000 plantas ha⁻¹, respectivamente (Tabela 3).

Não houve efeito significativo para massa de grãos em função da densidade de semeadura. Isso pode ser explicado pelo fato de que nas menores densidades de semeadura tenham ocorrido maior produção de vagens por planta e maior número de grãos por vagens, não havendo limitação por luz, em razão da melhor distribuição de plantas na área. Nessa condição, a produção de fotoassimilados é suficiente para o enchimento de grãos, diferentemente de plantios com maior densidade onde a competição por luz reduz o número de vagens por planta e o número de grãos por vagens.

Tabela 3 - Resumo da ANAVA da massa de 100 grãos (M100 - g) e produtividade de grãos (Prod. Grãos - kg ha⁻¹) da linhagem JLM 08 de soja-hortaliça, em duas densidades de plantio em função de doses do adubo formulado 2-24-12 (NPK), na Savana de Boa Vista - Roraima, 2014

Tabela 3 - ANOVA summary for 100 grain weight (M100 - g) and grain yield (Prod Grains - kg ha⁻¹), in the JLM 08 strain of vegetable soybean at two planting densities for levels of 2-24-12 formulated fertiliser (NPK), in the Savannah of Boa Vista, Roraima. 2014

F.V.	GL	Quadrado Médio	
		M100	Prod. Grãos
Bloco	2	2,545 ^{ns}	65.967,06 ^{ns}
Densidade de Plantio (DP)	1	12,818 ^{ns}	531.854,36 ^{**}
Doses do Adubo (NPK)	4	2,825 ^{ns}	451.445,74 ^{***}
DP x NPK	4	1,629 ^{ns}	48.673,03 ^{ns}
Resíduo	18	4,748	52.443,93
Média (40.000 plantas/ha)	-	-	1.276,33
Média (80.000 plantas/ha)	-	-	1.542,63
Média Geral	-	29,79	-
C.V. (%)		7,32	16,25

Legenda: ^{ns}, ^{***}, ^{**} - Não significativo, significativo a 0,1 e 1% de probabilidade pelo teste F.

Legend: ^{ns}, ^{***}, ^{**} - Not significant, significant at 0.1 and 1% probability by F test.

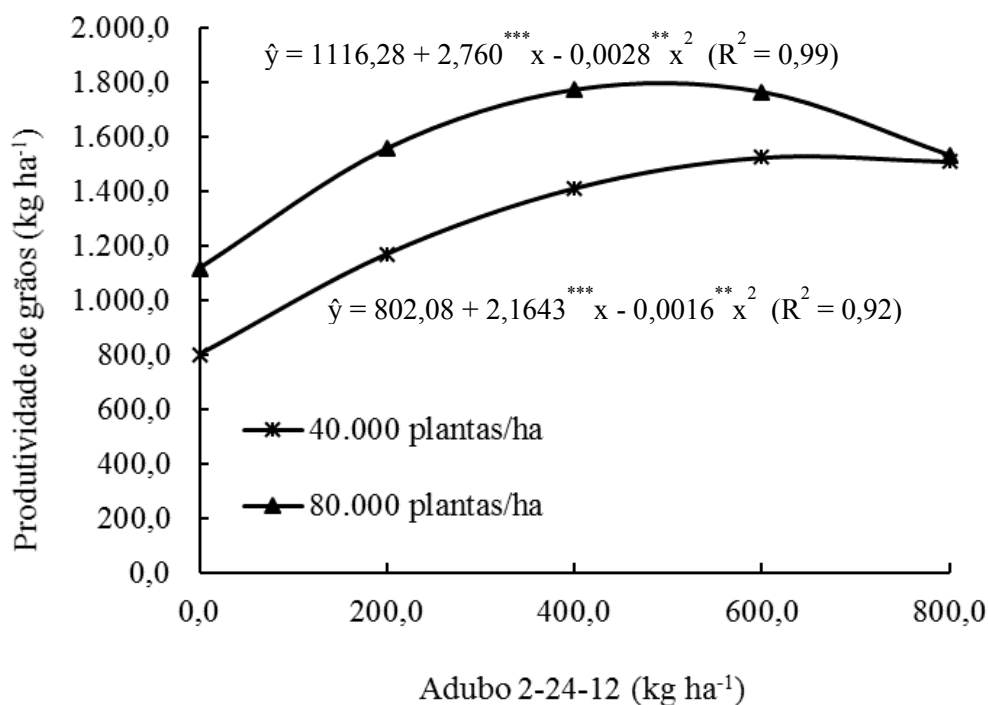


Figura 3 - Produtividade de grãos em kg ha⁻¹ de soja-hortaliça linhagem JLM 08, em duas densidades de plantio em função de doses do adubo formulado 02-24-12 (NPK), na Savana de Boa Vista - Roraima, 2014.

Figure 3 - Grain yield in kg ha⁻¹, in the JLM 08 strain of vegetable soybean at two planting densities for levels of 2-24-12 formulated fertiliser (NPK), in the Savannah of Boa Vista, Roraima. 2014.

A variável massa de 100 grãos com teor de água entre 11 e 13% é pouco avaliada em trabalhos com soja-hortaliça, haja vista a preocupação dos autores em avaliar a produção dos grãos ainda verdes com alto teor de água, portanto, dificultando a comparação com os resultados do presente estudo.

Pesquisas sobre a influência da população de plantas de soja sobre a qualidade das sementes produzidas são condizentes com este trabalho. Moore (1991) observou que a massa das sementes aumentou com a diminuição da população; Charlo *et al.* (2008) verificaram que a massa fresca de 100 sementes e a produtividade de grãos imaturos foram superiores nas densidades de 7 e 10 plantas m⁻¹, com 76,46 e 74,01 g, respectivamente, e produtividade de grãos imaturos com 8.497,36 e 8.318,47 kg ha⁻¹, respectivamente.

Quanto à produtividade de grãos, não houve interação entre os fatores em estudo, mas realizou-se o desdobramento das doses dentro de cada densidade de planta, obtendo-se modelos significativos. Os dados se ajustaram ao modelo quadrático, evidenciando-se produtividade máxima de 1.796,42 kg ha⁻¹, na densidade de semeadura de 80.000 plantas ha⁻¹, na dose de máxima eficiência técnica (obtida pela derivada primeira da função quadrática igualando a zero) de 492,86 kg ha⁻¹ do adubo formulado NPK (02-24-12) (Figura 3). Na densidade de 40.000 plantas por hectare, a produtividade alcançada foi de 1.533,99 kg ha⁻¹ com uso de 676,34 kg ha⁻¹ desse adubo formulado.

Esses valores estão abaixo dos encontrados por Smiderle *et al.* (2009), que para os genótipos de soja-hortaliça BR 9452273 e BRS 258 alcançaram produtividade de grãos

secos de 3.235 kg ha⁻¹ em cultivo convencional (adubação mineral com 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ - superfosfato simples e 90 kg ha⁻¹ de K₂O - cloreto de potássio) na densidade de 250.000 plantas ha⁻¹.

Portanto, verifica-se que para soja-hortaliça a densidade de plantio interfere na produtividade de grãos, indicando que maiores densidades favorecem a maior eficiência da adubação, tendo em vista que para a dose de 492,86 kg ha⁻¹ do adubo formulado NPK (02-24-12), a população de 80.000 plantas por hectare aumentou a produção em 316,3 kg ha⁻¹, comparada a de 40.000 plantas por hectare.

CONCLUSÕES

A altura de inserção da primeira e da última vagem do genótipo de soja-hortaliça JLM 08 não são influenciadas pelas densidades de plantio (40.000 a 80.000 plantas ha⁻¹), nem pelas doses de até 800 kg ha⁻¹ do adubo formulado NPK (02-24-12);

Na densidade de 80.000 plantas por hectare, o número de vagem por planta é influenciado pelas doses do adubo formulado, apresentando resposta quadrática positiva;

O aumento da densidade reduz o número de vagens por planta e número de grãos por vagem, mas eleva a produtividade final;

A dose de máxima eficiência técnica (492,86 kg ha⁻¹) do adubo formulado determina aumento de 18% na produtividade de grãos para a densidade de 80.000 plantas ha⁻¹ em relação à densidade de 40.000 plantas ha⁻¹.

LITERATURA CIENTÍFICA CITADA

ALMEIDA NETO, M. E. F.; PITELLI, R. A.; BASILE E, A. G.; TIMOSSI, P. C. Seletividade de herbicidas pós-emergentes aplicados na soja geneticamente modificada. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 345-352, 2009.

ARAÚJO, W. F.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; MEDEIROS, R. D.; SAMPAIO, R. A. Precipitação pluviométrica provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 3, p. 563-567, 2001.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOL, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.

BOARD, J. E.; MODALI, H. Dry matter accumulation predictors for optimal yield in soybean. **Crop Science**, v. 45, n. 5, p. 1790-1799, 2005.

CARPENTER, A. C.; BOARD, J. E. Branch yield components controlling soybean yield stability across plant populations. **Crop Science**, v. 37, n. 3, p. 755-761, 1997.

CARRÃO-PANIZZI, M. C. Edamame ou soja-hortaliça: fácil de consumir e muito saudável. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 230, p. 59-64, 2006.

CASTOLDI, R.; CHARLO, H. C. O.; VARGAS, P. F.; BRAZ, L. T.; MENDONÇA, J. L.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. Desempenho de quatro genótipos de soja-hortaliça em dois anos agrícolas. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 256-259, 2009.

- CHARLO, H. C. O.; CASTOLDI, R.; VARGAS, P. F.; BRAZ, L. T.; MENDONÇA, J. L. Desempenho de genótipos de soja-hortaliça de ciclo precoce [*Glycine max* (L.) Merrill] em diferentes densidades. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 630-634, 2008.
- CHARLO, H. C. O.; PESSOA, R.; FUNICHELLO, M.; CASTOLDI, R.; BRAZ, L. T. Desempenho agrônomo de dez linhagens de soja-hortaliça. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 349-353, 2011.
- ESTEVES, E. A.; MONTEIRO, J. B. R. Efeitos benéficos das isoflavonas de soja em doenças crônicas. **Revista de Nutrição**, v. 14, n. 1, p. 43-52, 2001.
- KONOVSKY, J.; LUMPKIN, T. A. Edamame production and use: a global perspective. In: INTERNATIONAL CONFERENCE SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION, 4., 1990, Gongzhuling. **Program and abstracts...** Gongzhuling: Jilin Academy of Agricultural Science, 1990.
- LIMA, J. M. E.; SMIDERLE, O. J. Potencial fisiológico de sementes de soja-hortaliça produzidas com diferentes adubações e armazenadas por doze meses. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 7, n. 1, p. 70-79, 2013.
- MARTINS, M. C.; CÂMARA, G. M. S.; PEIXOTO, C. P.; MARCHIORI, L. F. S.; LEONARDO, V.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura, densidades de plantas e desempenho vegetativo de cultivares de soja. **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 4, p. 851-858, 1999.
- MAUAD, M.; SILVA, T. L. B.; ALMEIDA NETO, A. I.; ABREU, V. G. Influência da densidade de semeadura sobre características agrônômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.
- MENDONÇA, J. L.; ARAGÃO, F. A. S.; COSTA, A. C. Influência de espaçamentos entre plantas nas linhas em características morfo-agronômicas de soja hortaliça. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, 2003. Suplemento 1. CD-ROM.
- MOORE, S. H. Uniformity of planting spacing effect on soybean population parameters. **Crop Science**, v. 31, n. 4, p. 1049-1051, 1991.
- PELUZIO, J. M.; VAZ-DE-MELO, A.; AFFÉRI, F. S.; SILVA, R. R.; BARROS, H. B.; NASCIMENTO, I. R.; FIDELIS, R. R. Variabilidade genética entre cultivares de soja, sob diferentes condições edafoclimáticas. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 2, n. 3, p. 31-40, 2009.
- SÁ, T. M.; ISRAEL, D. W. Nitrogen assimilation in nitrogen fixing soybean plants during phosphorus deficiency. **Crop Science**, v. 35, n. 3, p. 814-820, 1995.
- SANTOS, J. M. S.; PEIXOTO, C. P.; RANGEL, M. A. S.; CRUZ, T. V.; SILVA, R. N. A.; LEDO, C. A. S. Desempenho agrônomo de genótipos de soja hortaliça cultivados no recôncavo Baiano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 3, p. 402-407, 2013.
- SMIDERLE, O. J.; OLIVEIRA, J. M. F.; SCHWENGBER, D. R. Desempenho de soja-hortaliça cultivada em área de cerrado em função de tipos de adubação. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 3, n. 2, p. 86-91, 2009.
- SMIDERLE, O. J.; SILVA, S. R. G.; GÓES, H. T. F.; MELO, I. M. P. Qualidade de sementes de dois genótipos de soja hortaliça cultivados em cerrado de Roraima 2007/2008. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 30., 2008, Rio Verde. **Resumos... Londrina: Embrapa Soja**, v. 304, 2008. p. 324-326.
- THOMAS, A. L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F. Rendimento de grãos de soja afetado pelo espaçamento entre linhas e fertilidade do solo. **Ciência Rural**, v. 28, n. 4, p. 543-546, 1998.
- TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 1071-1077, 2002.
- VEIGA, A. D.; PINHO, E. V. R. V.; VEIGA, A. D.; PEREIRA, P. H. A. R.; OLIVEIRA, K. C.; PINHO, R. G. V. Influência do potássio e da calagem na composição química, qualidade fisiológica e na atividade enzimática de sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 953-960, 2010.
- VIANA, J. S.; BRUNO, R. L. A.; MENDONÇA, J. L.; GONÇALVES, E. P.; ALVES, E. U.; BRAGA JÚNIOR, J. M. Precocidade de cultivares de soja em sistemas de cultivo com milho em Areia, Estado da Paraíba. **Acta Scientiarum**, v. 31, n. 3, p. 481-488, 2009.
- WATANABE, R. T.; FIORETTO, R. A.; FONSECA, I. B.; SEIFERT, A. L.; SANTIAGO, D. C.; CRESTE, J. E.; HARADA, A.; CUCOLOTTI, M. Produtividade da cultura de soja em função da densidade populacional e da porcentagem de cátions (Ca, Mg e K) no complexo sortivo do solo. **Ciências Agrárias**, v. 26, n. 4, p. 477-484, 2005.
- WAREING, P. F.; PHILLIPS, I. D. J. **Growth and differentiation in plants**. 3. ed. England: Pergamon Press, 1981. 343 p.