



ARTIGO ORIGINAL

Crescimento, acúmulo de fitomassa e produtividade do “feijão-de-porco” em diferentes datas de semeadura

Growth, phytomass accumulation and yield of jack bean in different sowing dates

Mateus Possebon Bortoluzzi¹
Arno Bernardo Heldwein²
Mateus Leonardi^{2*}
Jocélia Rosa da Silva²
Fernando Dill Hinnah³
Luis Henrique Loose⁴

¹ Universidade de Passo Fundo (UPF), Rodovia BR 285, km 292, 99052-900, Passo Fundo, RS, Brasil

² Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Av. Roraima, 1.000, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil

³ Universidade de São Paulo (USP), Av. Pádua Dias, 11, 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil

⁴ Instituto Federal Farroupilha (IFFar), Rodovia RS 218, km 5, 98806-700, Santo Ângelo, RS, Brasil

***Autor Correspondente:**

E-mail: mateus-leonardi@hotmail.com

PALAVRAS-CHAVE

Canavalia ensiformis
Análise de crescimento
Adubação verde

KEYWORD

Canavalia ensiformis
Growth analysis
Green fertilizing

RESUMO: O “feijão-de-porco” proporciona boa cobertura do solo, fixação biológica de nitrogênio, redução de processos erosivos e da infestação de plantas daninhas, ação alelopática e potencial fitorremediador de solos contaminados. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento, a produção de fitomassa e a produtividade do “feijão-de-porco” em Santa Maria-RS. Foram conduzidos experimentos nos anos agrícolas de 2011/12, 2012/13 e 2013/14, utilizando um delineamento experimental inteiramente casualizado, com duas, três e quatro datas de semeadura, respectivamente, para cada ano agrícola. As plantas foram coletadas em intervalos de 15 dias no primeiro ano agrícola, amostrando-se as raízes até uma profundidade de 0,20 m e a parte aérea, separando caule, folhas, inflorescências e legumes. Desta forma, foi determinada a massa seca de raízes, do caule, de folhas, das inflorescências e legumes e massa seca total da planta. Nos anos agrícolas 2012/13 e 2013/14 as plantas foram coletadas em determinados estádios fenológicos avaliando-se apenas a parte aérea. Também foi determinada a altura das plantas, o índice de área foliar, o número de grãos por legume, o número médio de legumes por área, a massa de cem grãos e a produtividade. O “feijão-de-porco” apresentou rápido acúmulo de massa seca, o que o torna uma alternativa de cultivo intercalar entre as culturas de verão e de inverno na região Sul do Brasil.

ABSTRACT: *Jack bean provides good soil cover, nitrogen biological fixation, reduction of erosive processes and weed infestation, allelopathic action and potential phytoremediation of contaminated soils. The objective of this study was to evaluate growth, phytomass production and jack bean yield in Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil. Experiments were conducted in the 2011/12, 2012/13 and 2013/14 agricultural years, using a completely randomized experimental design with two, three and four sowing dates, respectively, for each agricultural year. The plants were collected at intervals of fifteen days in the first agricultural year, sampling the roots to a 0.20 m depth and the shoot, separating stem, leaves, inflorescences and legumes. The dry mass of roots, stem, leaves, inflorescences and legumes and total plant dry mass were determined. In the 2012/13 and 2013/14 agricultural years the plants were collected in certain phenological stages, evaluating shoot only. Plant height, leaf area index, number of grains per legume, average number of legumes per area, grain weight and yield were also determined. Jack bean showed rapid dry mass accumulation, being an alternative of intercropping between summer and winter crops in southern Brazil.*

Recebido em: 08/02/2019

Aceito em: 02/06/2019

1 Introdução

A adubação verde vem sendo cada vez mais utilizada nos sistemas de produção agrícola, visando melhorias na qualidade física, química e biológica do solo. O “feijão-de-porco” (*Canavalia ensiformis* DC.) é utilizado para cobertura do solo por apresentar elevada produção de massa seca e por realizar a fixação biológica de nitrogênio (Teodoro et al., 2011) em consorciação com outras espécies, como milho (Almeida & Camara, 2011; Heinrichs et al., 2005), banana (Silva, 2002) e outras frutíferas (Calegari et al., 1992), sendo também utilizado para fenação em alguns locais (Figueroa et al., 2004).

O “feijão-de-porco” apresenta rápido crescimento inicial (Alvarenga et al., 1995; Duarte Júnior & Coelho, 2008), reduzindo as perdas por processos erosivos, além de ter efeito supressor sobre as plantas daninhas nesta fase (Erasmus et al., 2004). Teodoro et al. (2011) observaram redução média de 40% no acúmulo de fitomassa de gramíneas infestantes, quando comparado as demais coberturas, sendo uma ferramenta no controle integrado de plantas daninhas. Além disso, exerce ação alelopática, principalmente sobre a tiririca (Fávero et al., 2001), e possui potencial fitoextrator de metais pesados em solos contaminados (Almeida et al., 2008).

Nos estados do Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e parte oeste de Minas Gerais, o “feijão-de-porco” pode ser implantado após a colheita da cultura comercial no final do período chuvoso, devido a sua tolerância à deficiência hídrica (Carvalho et al., 1999). Situação semelhante ocorre na maioria das áreas cultivadas na região central do Rio Grande do Sul, em que o solo permanece sem cobertura vegetal no final do verão/outono desde a colheita de uma espécie até a semeadura da cultura de inverno. Nesse período, a utilização do “feijão-de-porco” pode minimizar o problema da degradação e empobrecimento dos solos cultivados, principalmente por apresentar rápido crescimento e boa competição com plantas indesejáveis, além de apresentar rápida decomposição de sua fitomassa, liberando nutrientes para a cultura subsequente.

De acordo com Alvarenga et al. (2001), a adição de 6 t ha⁻¹ de massa seca proporciona boa cobertura do solo, sendo que o “feijão-de-porco” apresenta capacidade para atingir produção ainda maior (Nascimento & Silva, 2004; Teodoro et al. 2011). Moreira et al. (2009) relatam a necessidade de um período de aproximadamente 25 dias para a decomposição de metade da fitomassa do “feijão-de-porco” manejado aos 120 dias após a emergência. Tendo em vista estas características, a cultura apresenta elevado potencial de utilização, principalmente quando inserida no manejo dentro de um sistema sustentável de produção e rotação de culturas nas unidades rurais produtoras.

Uma ferramenta bastante utilizada para descrever e interpretar o rendimento das espécies é a análise de crescimento. A determinação da massa seca é a maneira mais apropriada para analisar o crescimento, permitindo também avaliar a partição dos fotoassimilados nos diferentes órgãos da planta. Dessa forma, há a necessidade de verificar o potencial de utilização do “feijão-de-porco” em diferentes datas de semeadura, visando o correto manejo e a identificação de fatores críticos durante o ciclo da cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento, a produção de fitomassa e a produtividade do “feijão-de-porco” em diferentes datas de semeadura em Santa Maria-RS.

2 Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos em diferentes datas de semeadura nos anos agrícolas 2011/12, 2012/13 e 2013/14, na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) em Santa Maria-RS. Conforme a classificação de Köppen, o clima é do tipo Cfa, subtropical úmido, com verões quentes e sem estação seca definida (Alvares et al., 2013) e o solo da área é o Argissolo Vermelho Distrófico arênico.

O delineamento experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado. A dimensão das unidades experimentais foram de 2,5 × 2,5 m, com área útil de 6,25 m² para todas as datas de semeadura. No ano agrícola 2011/12, as semeaduras foram realizadas em 14/12/2011 e 15/01/2012, com cinco repetições, utilizando um espaçamento de 0,50 m entre fileiras e 0,20 m entre plantas, totalizando uma população de 100.000 plantas ha⁻¹. No ano agrícola 2012/13, a semeadura do “feijão-de-porco” foi realizada nas datas 31/08/2012, 17/10/2012 e 05/12/2012, e no ano agrícola 2013/14 em 01/11/2013, 05/12/2013, 16/01/2014, 25/02/2014, com seis e oito repetições, respectivamente. O espaçamento utilizado foi de 0,50 m entre fileiras e 0,25 m entre plantas, com uma população de 80.000 plantas ha⁻¹.

No primeiro ano agrícola, foi realizada a coleta de cinco plantas quinzenalmente, realizando a amostragem de raízes até uma profundidade de 0,20 m, as quais foram separadas do solo e lavadas. Para as análises da parte aérea, foram separados caule, folhas, inflorescências e legumes. Nos anos agrícolas 2012/13 e 2013/14 foram coletadas três e duas plantas por parcela, respectivamente, no momento em que se determinaram os estádios fenológicos do quinto nó completamente expandido (V4), início do florescimento (IF), início do enchimento de grãos (IEG), final do enchimento de grãos (FEG) e maturação fisiológica (MAT).

Para os três anos agrícolas, os diferentes órgãos foram acondicionados em sacos de papel e secos em estufa, com circulação forçada de ar a 60°C até peso constante, obtendo-se assim a massa seca e posteriormente a massa seca total das plantas. As variáveis avaliadas foram massa seca de raiz (MSR), folhas (MSF), inflorescências e legumes (MSI), caule (MSC) e massa seca total (MST) em g m⁻². Em cada coleta foi realizada a medição da altura das plantas em metros e da largura dos folíolos centrais em centímetros, de todas as folhas das plantas coletadas para determinação da área foliar, conforme metodologia proposta por Toebe et al. (2012). Também foi realizado o cálculo da razão de área foliar (RAF) através da relação entre a área foliar e a massa seca da planta, expressa por: $RAF = AF MS^{-1}$, em dm² g⁻¹.

Quando as plantas atingiram a maturação fisiológica, foi realizada a colheita. Para a determinação do número de legumes, do número de grãos por legume, da massa de 100 grãos e da produtividade, foi amostrada uma área útil de 2 m² localizada na área central de cada parcela. Os dados das variáveis altura de plantas (ALT), número de legumes m⁻² (NL), massa de 100 grãos (MCG) e produtividade (PROD) foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste Tukey ($p < 0,05$), em nível de 5% de probabilidade de erro, usando o software Sisvar® (Ferreira, 2011).

3 Resultados e Discussão

A razão de área foliar (RAF) do “feijão-de-porco” apresentou tendência decrescente conforme o decorrer do ciclo da cultura, em todas as épocas de semeaduras (Figuras 1A, 1C, 1E), coincidindo com os resultados obtidos por Nóbrega et al. (2001) e Sant’Ana & Silveira (2008) na cultura do feijoeiro. Esse resultado era esperado, tendo em vista que a quantidade de fotoassimilados translocados para as folhas é muito alta na fase inicial de desenvolvimento, quando a planta encontra-se com as duas folhas unifolioladas (estádio VC). Posteriormente, com o aumento do crescimento das raízes e do caule, e nos estádios mais avançados, com o aparecimento das primeiras inflorescências e legumes, houve redução da RAF, porém

com menor intensidade. Além disso, o sombreamento das folhas superiores sobre as folhas inferiores do dossel interfere negativamente na RAF, bem como a posterior abscisão e senescência das folhas inferiores do dossel.

A cultura do “feijão-de-porco” apresentou crescimento inicial rápido, como pode ser verificado nas Figuras 1B, 1D, 1F, pela sua rápida expansão foliar inicial, atingindo índice de área foliar (IAF) igual ou superior a 6,0 aos 60 dias após a emergência (DAE), ou seja, próximo ao início do florescimento, confirmando os resultados obtidos por Alvarenga et al. (1995) e Duarte Júnior & Coelho (2008). Esse aumento do IAF do “feijão-de-porco” no ano agrícola 2011/12 estendeu-se até aproximadamente 97 DAE para a primeira data de semeadura (Figura 1B), com IAF de até 9,0.

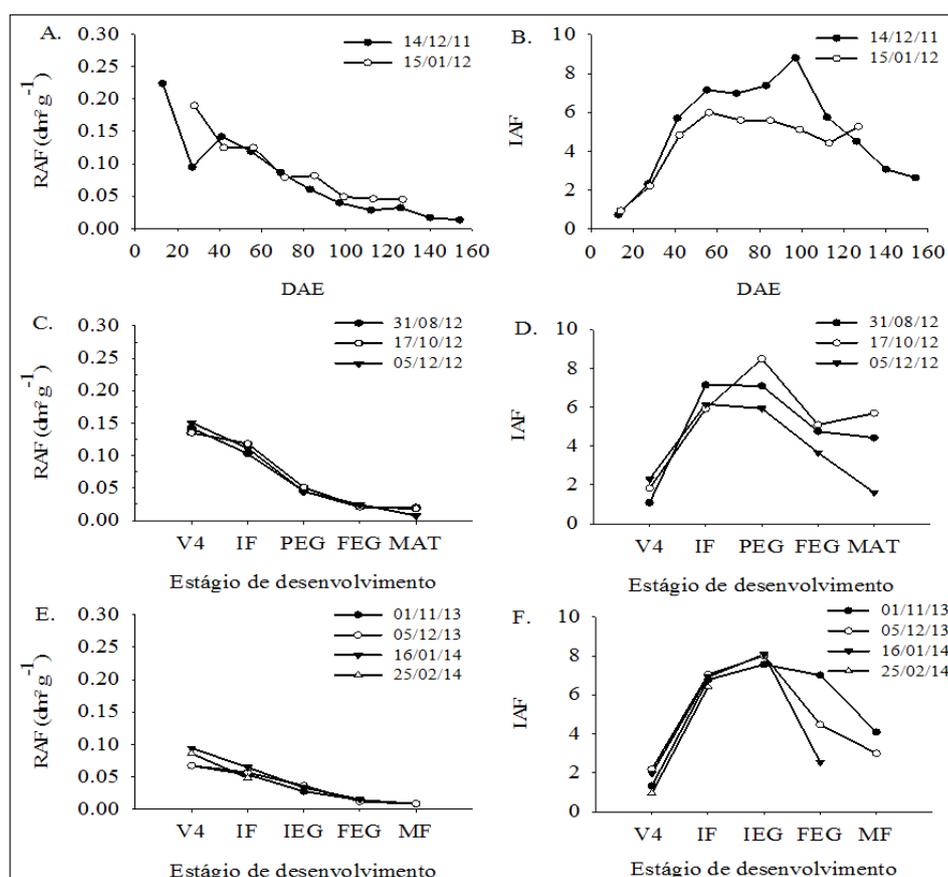


Figura 1. Razão de área foliar (RAF, $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) e índice de área foliar (IAF) do “feijão-de-porco” em função dos dias após a emergência (DAE), bem como para os estádios de desenvolvimento do quinto nó completamente expandido (V4), início do florescimento (IF), início do enchimento de grãos (IEG), final do enchimento de grãos (FEG) e maturação fisiológica (MAT), semeado em diferentes datas, nos anos agrícolas 2011/12 (1A, 1B), 2012/13 (1C, 1D) e 2013/14 (1E, 1F), em Santa Maria, RS, Brasil

Figure 1. Leaf area ratio (RAF, $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) and leaf area index (IAF) of jack bean as a function of the days after emergence (DAE), as well as for the development stages of fifth fully expanded node (V4), beginning of flowering (IF), beginning of grain filling (IEG), final grain filling (FEG) and physiological maturation (MAT), sown in different dates, in the agricultural years 2011/12 (1A, 1B), 2012/13 (1C, 1D) and 2013/14 (1E, 1F), in Santa Maria, RS, Brazil

No ano agrícola 2012/13, o IAF máximo observado ocorreu no IF para as semeaduras de 31/08 e 05/12, atingindo valores próximos a 7,0 e 6,0, respectivamente, mantendo-se constante até o IEG e após decrescendo até a MAT (Figura 1D). Na segunda data de semeadura (17/10), as plantas apresentaram expansão foliar até o IEG, atingindo valores de IAF acima de 8,0 (Figura 1D).

Observou-se um crescimento exponencial do IAF a partir do estágio V4 até o IF para as quatro datas de semeadura do ano agrícola 2013/14, aumentando ainda até o IEG, quando atingiram valores de IAF próximos a 8,0 (Figura 1F). Posteriormente, houve um decréscimo do IAF devido à senescência das folhas à medida que as plantas se aproximavam do final do ciclo.

Apesar disso, mesmo no estágio de MAT, o IAF proporcionou boa cobertura do solo. Ressalta-se que na data de semeadura de janeiro de 2012, assim como em janeiro e fevereiro de 2014, ocorreu a mortalidade precoce das plantas devido à ocorrência de geadas aos 120 DAE (Figura 1A, 1B) e nos estágios IF e FEG (Figura 1E, 1F), respectivamente, em que não completaram o ciclo de desenvolvimento.

O “feijão-de-porco” mostrou-se uma excelente opção de cobertura de solo, mesmo sob pequena restrição hídrica, corroborando com resultados obtidos por Alvarenga et al. (1995) e Teodoro et al. (2011). Além disso, a manutenção de folhas verdes após a maturação fisiológica permite a utilização como cobertura do solo até a ocorrência de geadas, em que há a mortalidade das plantas.

Verificou-se, na semeadura de 14/11 do primeiro ano de experimento, que a maior taxa de crescimento de raízes ocorreu na fase inicial de desenvolvimento das plantas, sendo que há uma tendência de estabilização da MSR ao final do ciclo da cultura (Figura 2A). No momento do ciclo em que houve a ocorrência

de geadas na semeadura de 15/01, as raízes estavam em plena fase de crescimento e acumulação, tendo em vista que a área da MSR não apresentou tendência de estabilização (Figura 2B).

Considerando a MSF, houve um incremento significativo desde a emergência do “feijão-de-porco” até aproximadamente 97 DAE na semeadura realizada em 14/12/2011, em que chegou a 600 g.m^{-2} (6 ton ha^{-1}) (Figura 2A). Após este período, há um decréscimo da MSF devido ao processo de senescência das folhas inferiores do dossel, assim como pelo incremento de fotoassimilados destinados para a emissão de inflorescências e legumes que iniciaram aos 21 e 28 DAE, respectivamente. Já para a semeadura realizada em 15/01/2012, no momento da ocorrência das geadas a taxa de emissão de novas folhas era praticamente nula, ao mesmo tempo em que as folhas baixas iniciavam o processo de senescência. Entretanto, as demais folhas apresentavam-se em processo de crescimento, o que explica a estagnação da massa seca de folhas (MSF) no momento da mortalidade das plantas (Figura 2B).

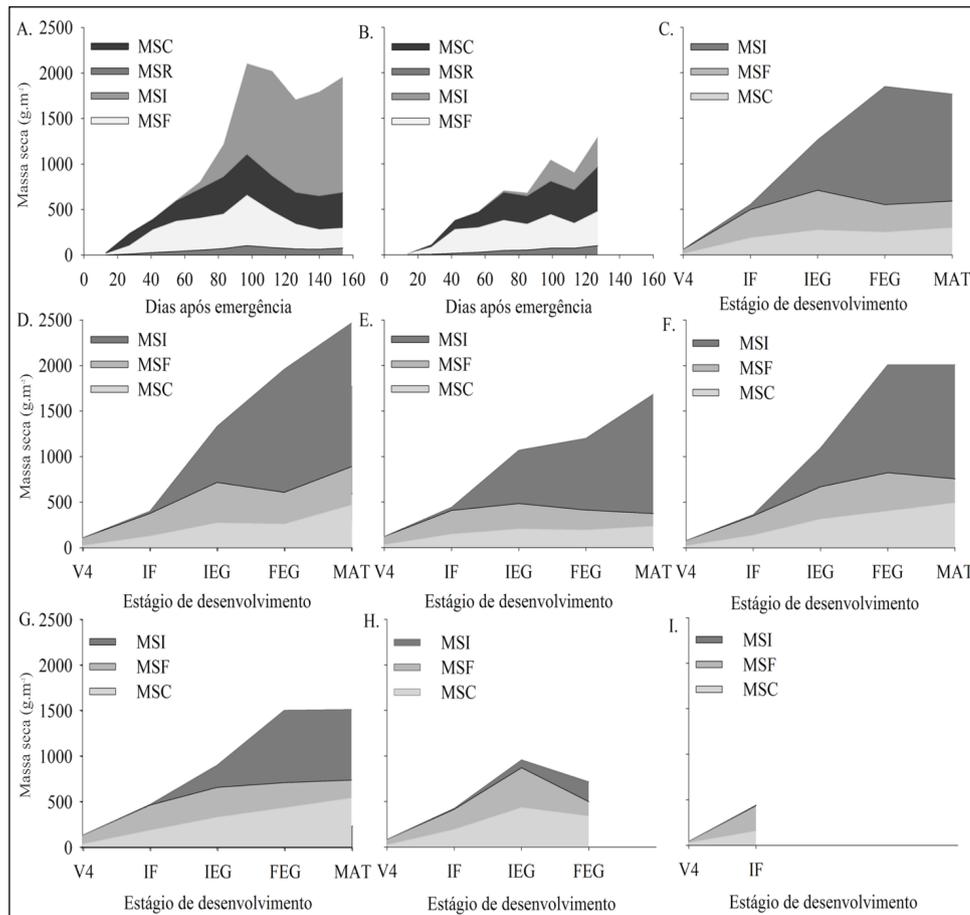


Figura 2. Partição de massa seca de raízes (MSR, g.m^{-2}), de folhas (MSF, g.m^{-2}), do caule (MSC, g.m^{-2}) e das inflorescências e legumes (MSI, g.m^{-2}) do “feijão-de-porco” ao longo do ciclo e nos estágios de desenvolvimento do quinto nó completamente expandido (V4), início do florescimento (IF), início do enchimento de grãos (IEG), final do enchimento de grãos (FEG) e maturação fisiológica (MAT), semeado em 14/12/2011 (A), 15/01/2012 (B), 31/08/2012 (C), 17/10/2012 (D), 01/12/2012 (E), 01/11/2013 (F), 05/12/2013 (G), 16/01/2014 (H) e 25/02/2014 (I), em Santa Maria, RS, Brasil

Figure 2. Partition of root dry mass (MSR, g.m^{-2}), leaves (MSF, g.m^{-2}), stem (MSC, g.m^{-2}) and inflorescences and legumes (MSI, g.m^{-2}) of jack bean along the cycle and development stages of the fifth fully expanded node (V4), beginning of flowering (IF), beginning of grain filling (IEG), final grain filling (FEG) and physiological maturation (MAT), sown in 12/14/2011 (A), 01/15/2012 (B), 08/31/2012 (C), 10/17/2012 (D), 12/1/2012 (E), 11/01/2013 (F), 12/5/2013 (G), 01/16/2014 (H) and 2/25/2014 (I), in Santa Maria, RS, Brazil

A MSI, na semeadura realizada em 14/12/2011, apresentou um crescimento exponencial a partir dos 60 DAE (Figura 2A), sendo que o máximo valor alcançado foi superior a 50% da MST, o que evidencia a alta translocação de assimilados para a parte reprodutiva da planta. As inflorescências e legumes apresentavam-se em pleno crescimento no momento da ocorrência das geadas na semeadura de 15/01/2012, ocasionando um incremento nos valores da MSI e consequentemente da MST da planta (Figura 2B). A MST das plantas na semeadura de 14/12/2011 aumentou substancialmente a partir dos 70 DAE, acompanhando o aumento da MSI, estabilizando-se em valores próximos a 2.000 g m⁻² (Figura 2A), em que ocorre conjuntamente uma redução da MSF e o incremento da MSI.

No ano agrícola 2012/13 (Figuras 2C, 2D, 2E), a massa seca de folhas (MSF) apresentou a mesma tendência nas três datas de semeadura, aumentando até o início do enchimento de grãos (IEG) e decrescendo até a maturação fisiológica (MAT). A MSC, por sua vez, apresentou incremento até a MAT (Figuras 2C, 2D, 2E). A MSI apresentou um expressivo aumento a partir do início do florescimento (IF) até a MAT, com exceção da primeira data de semeadura (Figura 2C), em que atingiu o maior valor no estádio de FEG.

A semeadura realizada em outubro (Figura 2D) foi a que obteve maior acúmulo de MST, atingindo valores próximos a 2.500 g m⁻² (25 ton ha⁻¹) no estádio da MAT, seguido pelas semeaduras realizadas em agosto (Figura 2C) e dezembro (Figura 2E). Nota-se que se o objetivo for a incorporação da cultura no solo, não houve diferenças expressivas na quantidade de MST entre as datas de semeadura até o IEG (Figuras 2C, 2D, 2E), com valores observados acima de 1.000 g m⁻² (10 ton ha⁻¹), o que viabiliza uma janela de semeadura maior para o produtor sem que ocorra risco de baixa produção de massa seca.

A produção de massa seca de “feijão-de-porco” obtida em condições edafoclimáticas de diferentes regiões brasileiras varia de produções baixas, como a de 2,7 t ha⁻¹ obtida por Teixeira et al. (2005), produções médias, ao redor de 5 t ha⁻¹ (Alvarenga et al. 1995; Fávero et al. 2001), 6,9 t ha⁻¹ (Nascimento & Silva, 2004), até alta produção (14,7 t ha⁻¹), obtida por Carneiro et al. (2008). De maneira geral, a produção de massa seca obtida neste trabalho foi superior aos observados na literatura, porém, cabe ressaltar que o momento de avaliação nesses trabalhos ocorreu em torno de 90 DAE, ou próximo à floração, o que não considera a massa seca proveniente da parte reprodutiva da planta.

Considerando o ano agrícola de 2013/14, observou-se que houve um incremento da MSF a partir do estádio V4 até o FEG, para a semeadura realizada em novembro (Figura 2F), e até o estádio do IEG, para a realizada em dezembro (Figura 2G), diminuindo a partir desses estádios. A MSC, por sua vez, apresentou uma tendência crescente até o final do ciclo. Assim como observado nos anos anteriores, a partir do IF ocorre um aumento da MSI, contribuindo significativamente na composição da MST da planta (Figuras 2F, 2G).

O maior acúmulo de MST em 2013/14 foi obtido na semeadura realizada em novembro, atingindo aproximadamente 2.000 g m⁻² (20 ton ha⁻¹) (Figura 2F). Na segunda data de semeadura (Figura 2G), a produção de MST foi um pouco menor (1.500 g m⁻²), devido ao menor acúmulo de MSI, resultante principalmente das elevadas temperaturas que ocorreram próximo ao florescimento

das plantas, o que aumentou o abortamento de flores e legumes, coincidindo com os resultados obtidos por Hoffmann Júnior et al. (2007), que observaram que temperaturas superiores a 30°C podem causar em média 50% de abortamento floral no feijoeiro, podendo chegar até 90% em determinadas cultivares.

Para a semeadura realizada em janeiro (Figura 2H), observa-se que a quantidade de MST obtida foi bastante inferior, sendo que as plantas não chegaram à maturação fisiológica, devido à ocorrência de geadas. Isso também ocorreu para a semeadura realizada em 26 de fevereiro, na qual as plantas chegaram até o estádio de florescimento (Figura 2I).

Para que a introdução do “feijão-de-porco” entre os cultivos de verão e de inverno seja possível, é importante que o ciclo da cultura seja o menor possível, mas que ao mesmo tempo proporcione boa incorporação de biomassa ao solo. Padovan et al. (2011) recomendam o manejo da cultura no início da formação dos legumes, o que ocorre aproximadamente aos 90 DAE. Nesse período, que corresponde aproximadamente ao início do enchimento de grãos (IEG), obteve-se, em média, acima de 10 ton ha⁻¹ de MST, possibilitando um possível manejo por parte dos agricultores, apesar de ainda apresentar potencial de incremento de biomassa. Essa produção está acima das 6 t ha⁻¹ recomendadas por Alvarenga et al. (2001) para que uma planta de cobertura proporcione bom recobrimento do solo, o que confirma o potencial de uso do “feijão-de-porco” no controle da erosão. Além disso, há elevada incorporação de nutrientes promovida posteriormente pela decomposição da fitomassa (Padovan et al., 2011).

Considerando a semeadura de 14/12 do ano agrícola 2011/12, verifica-se que a massa de 100 grãos (MCG) e a produtividade foram de 114,8 g e 4635 kg ha⁻¹, respectivamente. Já para a segunda data de semeadura (15/01) não houve produção de grãos devido à mortalidade precoce das plantas, ocasionada pela ocorrência de geada em maio, assim como para as semeaduras realizadas em janeiro e fevereiro de 2014 (Tabela 1). Dessa forma, semeaduras realizadas com objetivo de produção de sementes a partir de 15 de janeiro apresentam risco de perda parcial ou total, devido à ocorrência desse fenômeno.

Considerando a relação entre a produtividade e a MST obtidas em cada data de semeadura em que houve o término do ciclo de desenvolvimento, obteve-se, de maneira geral, um índice de colheita próximo de 25%, o que é satisfatório tendo em vista que a utilização principal desta cultura é para cobertura do solo. Resultado semelhante foi encontrado por Moraes et al. (2014), que avaliou o índice de colheita de nabo forrageiro, encontrando um índice de colheita de 21% para essa cultura.

No segundo ano de implantação do experimento, obtiveram-se na data de semeadura do dia 17/10/2012 a maior produtividade, altura de plantas, massa de 100 grãos e ainda os maiores valores de massa seca no início e no final do florescimento, podendo ser apreciado como preferencial, considerando a produção de sementes. Isso pode ser explicado pela coincidência da fase reprodutiva com o período de maior disponibilidade de radiação solar, apesar de que há maior risco de ocorrência de deficiência hídrica, assim como exposição das plantas a temperaturas altas. Já o maior número de legumes e número de grãos por legumes foram obtidos na semeadura de 05/12/2012. Porém, a maior produtividade não foi verificada para essa data, mas sim para 17/10/2012, tendo em vista que este fator também está relacionado à massa de grãos.

Tabela 1. Altura de plantas (ALT, m), número de legumes (NL, leg.m⁻²), número de grãos por legume (NG, grãos.leg⁻¹), massa de 100 grãos (MCG, g), produtividade (PROD, kg.ha⁻¹), massa seca total no início (MS IEG, kg.ha⁻¹) e final (MS FEG, kg.ha⁻¹) do enchimento de grãos do “feijão-de-porco” em diferentes datas de semeadura nos anos agrícolas de 2011/12 a 2013/14, em Santa Maria, RS, Brasil

Table 1. Plants height (ALT, m), number of legumes (NL, leg.m⁻²), number of grains per legume (NG, grain.leg⁻¹), grains weight (MCG, g), productivity (PROD, kg.ha⁻¹), total dry mass at the beginning (MS IEG, kg.ha⁻¹) and final (MS FEG, kg.ha⁻¹) of the grain filling of jack bean at different sowing dates in the agricultural years from 2011/12 to 2013/14, in Santa Maria, RS, Brazil

Data de semeadura	ALT (m)	MS IEG (kg ha ⁻¹)	MS FEG (kg ha ⁻¹)	NL (leg.m ⁻²)	NG (grãos leg ⁻¹)	MCG (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
14/12/2011	1,17 a	12.177 a	19.597 a	-	-	114,8 a	4.635 a
15/01/2012	1,02 b	10.475 a	11.682 b	-	-	0,0 b	0 b
31/08/2012	0,89 a	12.642 a	18.505 a	34,2 b	8,7 c	174,4 b	5.215 b
17/10/2012	0,97 a	13.326 a	19.610 a	34,4 b	10,7 b	190,1 a	7.035 a
05/12/2012	0,73 b	10.693 a	11.997 b	45,5 a	11,7 a	118,3 c	6.330 ab
01/11/2013	1,19 a	9.998 a	18.098 a	32,2 a	9,1 a	133,5 a	3.715 a
05/12/2013	1,29 a	8.983 a	15.012 a	25,2 b	7,6 b	106,5 b	1.932 b
16/01/2014	1,32 a	9.578 a	6.892 b	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0 c
25/02/2014	0,74 b	0 b	0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0 c

Nota: Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$). A análise foi feita para cada ano agrícola separadamente.

Para o terceiro ano agrícola, verificou-se maior produtividade, MCG, NG e NL na semeadura realizada em 01/11/2013, porém as plantas apresentaram menor altura, em relação às datas de semeadura de 05/12/2013 e 16/01/2014. Contudo, a menor estatura de plantas pode ser um fator positivo, já que o risco de acamamento é reduzido, o que é um fator muito importante caso o objetivo do produtor seja a produção de sementes. Cabe lembrar que as plantas oriundas das semeaduras realizadas em 16/01/2014 e 25/02/2014 não concluíram o ciclo de desenvolvimento devido à ocorrência de geadas no seu final.

4 Conclusões

O “feijão-de-porco” apresenta alto potencial para aporte de biomassa ao solo em diferentes datas de semeadura na região de Santa Maria, atingindo valores de massa seca total superiores a 10 ton ha⁻¹ no início do enchimento de grãos.

A partir do início do florescimento, a massa seca de inflorescências e legumes é a principal componente da massa seca total das plantas de “feijão-de-porco”.

Semeaduras realizadas a partir de janeiro apresentam maior risco de redução parcial ou total da massa seca total e da produtividade de grãos devido à ocorrência de geadas.

O “feijão-de-porco” é uma alternativa de cultivo intercalar no curto período disponível entre as culturas de verão e de inverno na Região Central do Rio Grande do Sul, pois apresenta rápida acumulação de massa seca.

Referências

ALMEIDA, E. L.; MARCOS, F. C. C.; SCHIAVINATO, M. A.; LAGÔA, A. M. M. A.; ABREU, M. F. Crescimento de feijão-de-porco na presença de chumbo. *Bragantia*, Campinas, v. 67, n. 3, p. 569-576, 2008. doi: 10.1590/S0006-87052008000300003

ALMEIDA, K.; CAMARA, F. L. A. Produtividade de biomassa e acúmulo de nutrientes em adubos verdes de verão, em cultivos solteiros e consorciados. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p. 55-62, 2011.

ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para conservação e recuperação de solos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 30, n. 2, p. 175-185, 1995.

ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. doi: 10.1127/0941-2948/2013/0507

CALEGARI, A.; CORREIA, J. R.; BLANCANEAU, P.; FREITAS, L. R. S.; MENEZE, H.; PEREIRA, J.; AMABILE R. F. Caracterização das principais espécies de adubos verde. In: COSTA, M. B. B (coord.) *Adubação verde no sul do Brasil*. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. p. 207-330.

CARNEIRO, M. A. C.; CORDEIRO, M. A. S.; ASSIS, P. C. R.; MORAES, E. S.; PEREIRA, H. S.; PAULINO, H. B.; SOUZA, E. D. Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo do cerrado. *Bragantia*, Campinas, v. 67, n. 2, p. 455-462, 2008. doi: 10.1590/S0006-87052008000200021

CARVALHO, A. M.; BURLE, M. L.; PEREIRA, J.; SILVA, M. A. Manejo de adubos verdes no Cerrado. *Embrapa Cerrados*, 1999. (Circular Técnica 4).

DUARTE JÚNIOR, J. B.; COELHO, F. C. Adubos verdes e seus efeitos no rendimento da cana-de-açúcar em sistemas de plantio direto. *Bragantia*, Campinas, v. 67, n. 3, p. 723-732, 2008. doi: 10.1590/S0006-87052008000300022

ERASMO, E. A. L.; AZEVEDO, W. R.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, A. M.; GARCIA, S. L. R. Potencial de espécies utilizadas como adubo verde no manejo integrado de plantas daninhas. *Revista Planta Daninha*, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 337-342, 2004. doi: 10.1590/S0100-83582004000300002

- FÁVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 36, n. 11, p. 1355-1362, 2001. doi: 10.1590/S0100-204X2001001100005
- FIGUEROA, Y.; VALDÉS, L. R.; GONZÁLEZ, R. M. Comportamiento de *Canavalia ensiformis* ante la henificación en dos etapas fenológicas. *Pastos y Forrajes*, Matanzas, v. 27, n. 4, p. 355-359, 2004.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. doi: 10.1590/S1413-70542011000600001
- HEINRICH, R.; VITTI, G. C.; MOREIRA, A.; FIGUEIREDO, P. A. M.; FANCELLI, A. L.; CORAZZA, E. J. Características químicas de solo e rendimento de fitomassa de adubos verdes e de grãos de milho, decorrente do cultivo consorciado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 71-79, 2005. doi: 10.1590/S0100-06832005000100008
- HOFFMANN JÚNIOR, L.; RIBEIRO, N. D.; ROSA, S. S.; JOST, E.; POERSCH, N. L.; MEDEIROS, S. L. P. Resposta de cultivares de feijão à alta temperatura do ar no período reprodutivo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1543-1548, 2007. doi: 10.1590/S0103-84782007000600006
- MORAIS, C. S. B.; SANTOS, L. A.; ROSSETTO, C. A. V. Desempenho agrônomo da cultura do nabo forrageiro influenciado pelos resíduos de plantas de girassol. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 117-128, 2014.
- MOREIRA, G. M.; BARRELLA, T. P.; OLIVEIRA, R. M.; GOULART, P. L.; PEREIRA, L. C.; SANTOS, R. H. S.; FONTANÉTTI, A. Decomposição de feijão-de-porco e lab-lab em quatro épocas de corte em cafezal na Zona da Mata de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Pelotas, v. 4, n. 2, p. 2734-2737, 2009.
- NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I. F. Avaliação quantitativa e qualitativa da fitomassa de leguminosas para uso como cobertura de solo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 947-949, 2004. doi: 10.1590/S0103-84782004000300047
- NÓBREGA, J. Q.; RAO, T. V. R.; BELTRÃO, N. E. M.; FIDELIS FILHO, J. Análise de crescimento do feijoeiro submetido a quatro níveis de umidade do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 5, n. 3, p. 437-443, 2001. doi: 10.1590/S1415-43662001000300012
- PADOVAN, M. P.; MOTTA, I. S.; CARNEIRO, L. F.; MOITINHO, M. R.; FERNANDES, S. S. L. Acúmulo de fitomassa e nutrientes e estágio mais adequado de manejo do feijão-de-porco para fins de adubação verde. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 6, n. 3, p. 182-190, 2011.
- SANT’ANA, E. V. P.; SILVEIRA, P. M. Crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) influenciado por doses de nitrogênio em cobertura. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 38, p. 134-140, 2008.
- SILVA, L. M. S. *O plantio associado entre banana (Musa acuminata Cultivar Cavendish “Grande Naine”) e feijão-de-porco (Canavalia ensiformis (L.) D. C.): uma avaliação agrônômica dos efeitos da competição por água, nitrogênio e energia luminosa*. 2002. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) – Centro Agropecuário, Universidade Federal do Pará, Belém, 2002.
- TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J.; ANDRADE, M. J. B.; FURTINI NETO, A. E.; MARQUES, E. L. S. Palhadas e doses de nitrogênio no plantio direto do feijoeiro. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 27, n. 3, p. 499-505, 2005.
- TEODORO, R. B.; OLIVEIRA, F. L.; SILVA, D. M. N.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M. A. L. Aspectos agrônômicos de leguminosas para adubação verde no cerrado do alto vale do Jequitinhonha. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 635-643, 2011.
- TOEBE, M.; CARGNELUTTI FILHO, A.; BURIN, C.; FICK, A. L.; NEU, I. M. M.; CASAROTTO, G.; ALVES, B. M. Modelos para a estimação da área foliar de feijão-de-porco por dimensões foliares. *Bragantia*, Campinas, v. 71, n. 1, p. 37-41, 2012. doi: 10.1590/S0006-87052012005000010

Contribuição dos Autores: Mateus Possebon Bortuluzzi realizou o experimento e contribuiu com a escrita do manuscrito; Arno Bernardo Heldwein contribuiu com a escrita científica; Mateus Leonardi realizou o experimento e contribuiu com a escrita do manuscrito; Jocélia Rosa da Silva realizou o experimento e contribuiu com a escrita do manuscrito; Fernando Dill Hinnah realizou o experimento e contribuiu com a escrita do manuscrito; Luis Henrique Loose realizou o experimento e contribuiu com a escrita do manuscrito.

Fonte de Financiamento: Recursos próprios e recursos custeados pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul.

Conflito de Interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.