



Acta Scientiarum. Agronomy

ISSN: 1679-9275

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá
Brasil

de Bastos Andrade, Carlos Alberto; Scapim, Carlos Alberto; de Lucca e Braccini, Alessandro; Takara
Martorelli, Danilo

Produtividade, crescimento e partição de matéria seca em duas cultivares de feijão

Acta Scientiarum. Agronomy, vol. 31, núm. 4, outubro-diciembre, 2009, pp. 683-688

Universidade Estadual de Maringá

Maringá, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303026589020>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Produtividade, crescimento e partição de matéria seca em duas cultivares de feijão

Carlos Alberto de Bastos Andrade*, Carlos Alberto Scapim, Alessandro de Lucca e Braccini e Danilo Takara Martorelli

Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: cabandrade@uem.br

RESUMO. Com o objetivo de caracterizar o crescimento e a produtividade de grãos, das cultivares ‘Ouro Negro’ e ‘BRS MG Talismã’, em condições de campo, na Estação Experimental de Coimbra, Estado de Minas Gerais, pertencente à Universidade Federal de Viçosa (UFV), experimentos de campo foram conduzidos em que se avaliaram o crescimento vegetativo e a produtividade de grãos das duas cultivares. Foram efetuadas amostragens aos 12, 22, 36, 51, 65 e 76 dias após emergência (DAE), sendo determinadas a área foliar e a biomassa dos diferentes componentes da parte aérea, além do índice de área foliar e das taxas de crescimento absoluto e assimilatórias líquidas. Aos 80 DAE (colheita), foram determinados a produtividade de grãos e os seus componentes (número de plantas por área, número de vagens por planta, número de grãos por vagens e massa média de 100 grãos). O crescimento vegetativo de ambas as cultivares foi semelhante, mas a cultivar ‘Ouro Negro’ apresentou os maiores valores de acúmulo de matéria seca total, taxa de crescimento absoluto, índice de área foliar e taxa assimilatória líquida. A taxa de crescimento relativo foi maior na cultivar ‘BRS MG Talismã’.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, genótipos, análise de crescimento, componentes da produção, produtividade de grãos.

ABSTRACT. Yield, growth and dry matter partition in two common bean cultivars. Growth and yield of Ouro Negro and BRS MG Talismã cultivars bean grains were characterized by field experiments, in field conditions, at the Coimbra Experimental Station, state of Minas Gerais, Brazil, Federal University of Viçosa, Minas Gerais State, Brazil. Bean vegetative growth and grain yield of two cultivars were evaluated. Samples at 12, 22, 36, 51, 65 and 76 days after emergence were collected to determine foliar area, biomass of different aerial components, foliar area index, absolute growth and net assimilation rates. Grain yield and its components (number of plants per area, number of pods per plant, number of grains per pod and average mass of one hundred grains) were determined at 80 days after emergence (harvest). Vegetative growth of the two cultivars was similar, although the Ouro Negro cultivar had higher accumulation rates of total dry matter, absolute growth rate, foliar area index and net assimilation rate. Relative growth rate was higher in BRS MG Talismã cultivar.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, genotype, growth analysis, production components, grain yield.

Introdução

A análise de crescimento é uma ferramenta para melhor conhecimento da planta como entidade biológica e que permite manejar, racionalmente, as espécies cultivadas para expressão do seu potencial de produção. Também permite avaliar o crescimento da planta como um todo e a contribuição dos diferentes órgãos para o crescimento total. A partir dos dados de crescimento, pode-se inferir sobre a atividade fisiológica, isto é, estimar as causas de variações de crescimento entre plantas geneticamente diferentes, ou entre plantas semelhantes crescendo em ambientes diferentes. Para a previsão da produção, a análise de

crescimento tem sido adotada na elaboração de modelos, sendo possível detectar efeitos de deficiências do meio, possibilitando a sua correção, a tempo de não haver o comprometimento da produção final (BENINCASA, 2003). Pimenta et al. (1999), por exemplo, elaboraram um modelo matemático para estimar o acúmulo de matéria seca e prever as épocas de florescimento e o ponto de maturidade fisiológica da cultura de feijão, em função da temperatura média diária do ar.

Na análise de crescimento, emprega-se o método de pesagem direta para se investigar o padrão de produção de diferentes espécies (LARCHER, 2000).

Para Hunt (1990), os princípios e as práticas de análise de crescimento têm como objetivo descrever e interpretar a performance das espécies.

A determinação da massa de matéria seca (da planta e/ou de suas partes: frutos, caule, folhas e outros) é mais apropriada para a análise de crescimento (TAIZ; ZEIGER, 2004) e, via de regra, a área foliar é também determinada (BENINCASA, 2003).

No Brasil, são poucos os trabalhos sobre a dinâmica da produção e alocação de biomassa em órgãos de cultivares de feijoeiro. O objetivo deste trabalho foi caracterizar o crescimento e a produtividade de grãos, das cultivares 'Ouro Negro' e 'BRS MG Talismã', em condições de campo, na Estação Experimental de Coimbra, Estado de Minas Gerais, pertencente à Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Material e métodos

O trabalho foi realizado no período de novembro/2003 a fevereiro/2004, em área da Estação Experimental de Coimbra, Estado de Minas Gerais, pertencente à Universidade Federal de Viçosa (UFV). O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, fase terraço, textura argilosa (EMBRAPA, 1999). A análise química do solo (camada de 0-20 cm) forneceu os seguintes valores: pH (H_2O) = 5,06; P = 9,3 mg dm^{-3} ; K = 57 mg dm^{-3} ; Ca^{+2} = 1,75 cmol_c dm^{-3} ; Mg^{+2} = 0,53 cmol_c dm^{-3} ; Al^{+3} = 0,20 cmol_c dm^{-3} ; H^+ + Al^{+3} = 5,3 cmol_c dm^{-3} ; SB = 2,43 cmol_c dm^{-3} ; CTC efetiva = 2,63 cmol_c dm^{-3} ; CTC = 7,73 cmol_c dm^{-3} ; V = 31,40%; m = 7,6%; M.O. = 3,66 dag kg^{-1} ; P-rem = 28,5 mg L^{-1} ; Zn^{+2} = 0,73 mg dm^{-3} ; Fe^{+2} = 22 mg dm^{-3} ; Mn^{+2} = 23 mg dm^{-3} e Cu^{+2} = 2,4 mg dm^{-3} .

A área experimental foi inicialmente corrigida com 1.700 kg ha^{-1} de calcário dolomítico e adubada com base na análise química do solo (CFSEMG, 1999). Na semeadura, aplicaram-se 20-80-20 kg ha^{-1} de N, P_2O_5 e K_2O e, em cobertura aos 20 dias após a emergência (DAE), 30 kg ha^{-1} de N, esperando-se produtividade de grãos da ordem de 1.200 a 1.800 kg ha^{-1} faixa prevista pelo nível tecnológico 2, da Cfsemg (1999). Foram aplicados 3 kg ha^{-1} de Zn, no momento da semeadura, e 60 g ha^{-1} de Mo via foliar, aos 20 DAE, com pulverizador costal (ANDRADE et al., 2005).

Foram instalados dois experimentos, um com a cultivar 'Ouro Negro' (grupo Preto, hábito de crescimento tipos II/III) e o outro com a cultivar 'BRS MG Talismã' (grupo Carioca, tipo III), ambos semeados em 25/11/2003. A densidade de semeadura foi de 12 sementes viáveis por metro. O preparo do

solo foi convencional, com uma aração e uma gradagem. A semeadura e a adubação foram realizadas manualmente. Irrigou-se, por aspersão, apenas durante a germinação e emergência (estádios V0 e V1 do ciclo cultural). Foram realizadas duas capinas, com enxada. Aplicou-se Dodecacloro para se combater saúvas e Methamidophos para vaquinhas (*Diabrotica speciosa*). Na cultivar 'Ouro Negro' houve incidência de mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*), controlada com o fungicida Tebuconazole, quando a planta encontrava-se no estágio de desenvolvimento V4 (mais de 50% das plantas com pelo menos três folhas trifoliadas bem desenvolvidas). A cultura foi conduzida nos moldes tradicionais da região, sendo colhida em 13 de fevereiro de 2004.

As parcelas foram constituídas por sete linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas entre si de 0,50 m. A área útil foi formada pelas três fileiras centrais, excluindo-se 0,50 m nas extremidades.

Em cada experimento se empregou o delineamento de blocos casualizados, com seis épocas de amostragem e cinco repetições. As amostragens, realizadas aos 12, 22, 36, 51, 65 e 76 DAE corresponderam, respectivamente, aos seguintes estádios fenológicos do ciclo cultural (FERNÁNDEZ et al., 1986): V3, V4, R5/R6, R7, R8 e R9.

Foram colhidas, aleatoriamente, três plantas por amostragem, retiradas das três fileiras centrais (uma de cada linha) da parcela.

As plantas amostradas foram cortadas ao nível do solo, separando-se caule, folha, vagem e grãos. Das folhas, foram retirados, com auxílio de um 'furador', discos para a determinação da área foliar. Em seguida, utilizando-se os valores médios das três plantas, foram determinadas as características de crescimento. A área foliar foi determinada pelo método da pesagem de um disco foliar de área conhecida. Cada conjunto de discos retirado de cada folha foi acondicionado em sacos de papel, levado à estufa de aeração forçada, a 70°C, até peso constante, procedendo-se da mesma forma com o restante das folhas. Com a área dos discos (a_d), a massa de matéria seca dos discos (m_d) e a massa da matéria seca das lâminas foliares restantes (m_l), determinou-se a área das lâminas amostradas (A_l), estimada pela fórmula: $A_l = a_d \times (m_d + m_l)/m_d$.

O crescimento foi caracterizado pelas variáveis: produção de matéria seca (folhas, caule, vagens e sementes), área foliar, taxa de crescimento absoluto (TCA em g dia^{-1}), taxa de crescimento relativo (TCR em g $g^{-1} dia^{-1}$), taxa assimilatória líquida (TAL em g $m^{-2} dia^{-1}$)

e índice de área foliar (IAF em $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$). A TCA foi obtida por meio da variação ou incremento de matéria seca total entre duas amostragens. A TCR foi obtida pela fórmula $\text{TCR} = (\ln P_2 - \ln P_1) / (t_2 - t_1)$, em que P_1 e P_2 referem-se às massas secas de duas amostragens sucessivas (t_1 e t_2). A TAL foi calculada por meio da matéria seca produzida por área foliar por unidade de tempo. O IAF foi obtido pela divisão do valor da área foliar (AFO) pela área ocupada pela planta (S) (BENINCASA, 2003).

Para as determinações da produção de matéria seca dos diversos órgãos, esses foram separados e acondicionados em sacos de papel e secos em estufa com circulação forçada de ar a 70°C antes das pesagens.

Por ocasião da colheita (80 DAE), foram determinados na linha central (3 m) da área útil de cada parcela: população de plantas ha^{-1} (POP), número de grãos por vagem (NGV), número de vagens por planta (NVP) e massa de 100 grãos. Para a produção de grãos, foram consideradas as três linhas centrais (área útil de $4,5 \text{ m}^2$). Após a secagem, os grãos foram pesados e calculou-se a produtividade (PROD).

A análise estatística foi realizada, segundo recomendações de Campos (1984), utilizando-se o programa SAEG, versão 8.0 (RIBEIRO JÚNIOR, 2001). Na escolha do melhor modelo de regressão, adotaram-se os seguintes critérios: regressão significativa, coeficiente de determinação (r^2) elevado como uma estatística descritiva, análise de resíduos e explicação biológica em consonância com o modelo estatístico.

Resultados e discussão

Durante o ciclo houve elevada precipitação pluvial, principalmente entre o florescimento (R6) e a maturidade fisiológica (R9), cerca de 500 mm, o que provocou a queda de folhas, inviabilizando a coleta de folhas a partir dos 76 DAE. A floração plena ocorreu entre 32 e 34 DAE, nas duas cultivares, e o início da formação de vagens (R7), entre 34 e 36 DAE.

Dos 12 aos 36 DAE, a curva que descreve o acúmulo de matéria seca total nas cultivares 'Ouro Negro' e 'BRS MG Talismã' foram semelhantes e os valores próximos. A partir dos 36 DAE, a cultivar 'Ouro Negro' teve acúmulo maior de matéria seca, atingindo o máximo de $998,04 \text{ g m}^{-2}$ aos 76 DAE, contra $709,47 \text{ g m}^{-2}$ na cultivar 'BRS MG Talismã' (Figura 1). Gomes et al. (2000) obtiveram valores superiores, e os máximos obtidos foram, respectivamente, 400, 550, 450 e 600 g m^{-2} de

matéria seca na parte aérea nas cultivares 'Negro Argel', 'Xodó', 'Carioca' e 'A320'. Pazzetti et al. (1993), mantendo tensão máxima de água no solo de $0,04 \text{ MPa}$, obtiveram o valor aproximado de 650 g m^{-2} aos 70 DAE com a cv. 'Carioca'. Os maiores valores de acúmulo de matéria seca total encontrados no presente trabalho podem estar relacionados com o potencial dos genótipos e com as condições ambientais, especialmente a alta precipitação que ocorreu durante o ciclo da cultura.

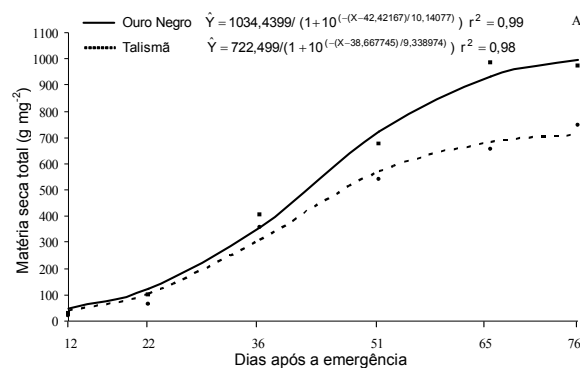


Figura 1. Acúmulo de matéria seca total das cultivares 'Ouro Negro' e 'BRS MG Talismã', em função de dias após a emergência. UFV, Coimbra, Estado de Minas Gerais, águas 2003/2004.

A TCA confirma o comportamento diferenciado na acumulação de matéria seca entre as duas cultivares, pois na 'Ouro Negro', o valor máximo ($23,70 \text{ g dia}^{-1}$) foi atingido aos 36 DAE, decrescendo rapidamente após 51 DAE (Figura 2), enquanto na cultivar 'BRS MG Talismã', a maior TCA foi atingida aos 21 DAE ($19,39 \text{ g dia}^{-1}$), decrescendo lentamente em seguida. O maior valor da TCA na cultivar 'Ouro Negro' ocorreu mais tarde que na cultivar 'BRS MG Talismã', provavelmente pelo seu ciclo mais tardio (80-100 dias), em relação ao da 'BRS MG Talismã' (85 dias).

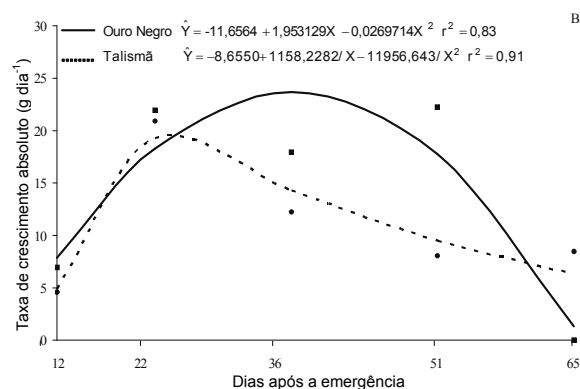


Figura 2. Taxa de crescimento absoluto das cultivares 'Ouro Negro' e 'BRS MG Talismã', em função de dias após a emergência. UFV, Coimbra, Estado de Minas Gerais, águas 2003/2004.

Gomes et al. (2000) encontraram valores máximos de taxa de crescimento da cultura de quatro cultivares aos 49 (15 g m⁻² dia⁻¹) e 56 (5 g m⁻² dia⁻¹) dias após sementeira, em plantas irrigadas e não-irrigadas, respectivamente.

A maior TCR foi registrada aos 12 DAE em ambas as cultivares, com valores de 3,66 e 3,75 g g⁻¹ dia⁻¹, para 'Ouro Negro' e 'BRS MG Talismã', respectivamente (Figura 3).

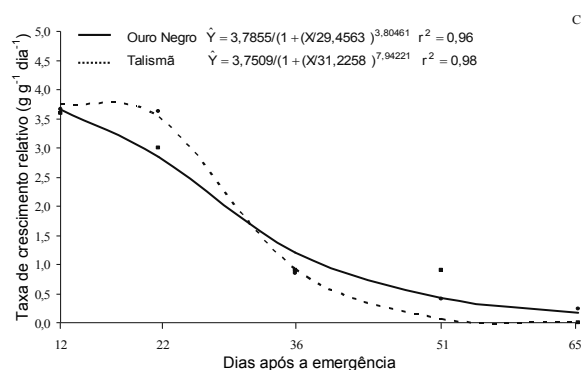


Figura 3. Taxa de crescimento relativo das cultivares 'Ouro Negro' e 'BRS MG Talismã', em função de dias após a emergência. UFV, Coimbra, Estado de Minas Gerais, águas 2003/2004.

O IAF aumentou durante o período inicial da cultura, atingindo o ponto máximo aos 47 DAE (1,75 m² m⁻²), na cultivar 'Ouro Negro', e aos 43 DAE (1,18 m² m⁻²), na 'BRS MG Talismã', e, após ter atingido o máximo, houve queda no IAF de ambas as cultivares (Figura 4). Esses valores são inferiores aos encontrados por Gomes et al. (2000) que, trabalhando com quatro cultivares, obtiveram valores máximos entre 2 e 8 m² m⁻².

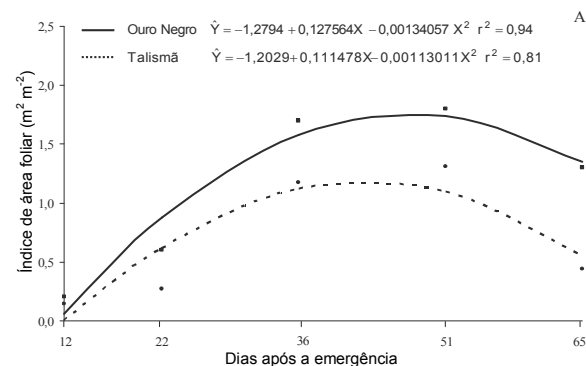


Figura 4. Índice de área foliar das cultivares 'Ouro Negro' e 'BRS MG Talismã', em função de dias após a emergência. UFV, Coimbra, Estado de Minas Gerais, águas 2003/2004.

Os maiores valores da TAL ocorreram na fase vegetativa, nas duas cultivares estudadas (Figura 5). Em geral, há tendência de diminuição da TAL com a expansão foliar, principalmente em virtude do

autossombreamento, o que foi observado em ambas as cultivares. A TAL pode atingir valores negativos em resposta à redução no acúmulo de biomassa ao final do ciclo (HUNT, 1990), o que foi observado por Gomes et al. (2000) nas cultivares 'Negro Argel', 'Xodó', 'Carioca' e 'A320'. A maior TAL da cultivar 'Ouro Negro' se deu aos 20 DAE (6,31 g m⁻² dia⁻¹), enquanto na cultivar 'BRS MG Talismã' ela ocorreu aos 17 DAE (3,37 g m⁻² dia⁻¹). Este maior valor na cultivar 'Ouro Negro' pode ser atribuído ao menor autossombreamento por ser esta cultivar de porte mais ereto (tipos II/III) que a 'BRS MG Talismã' (tipo III).

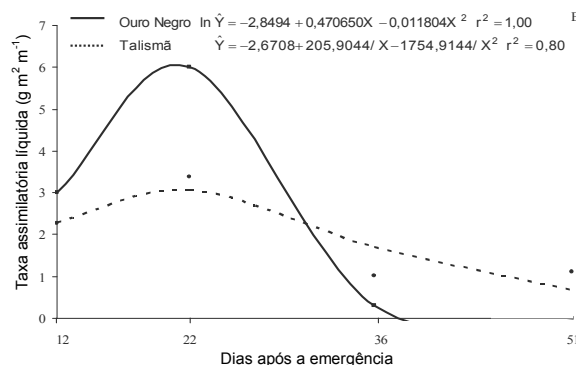


Figura 5. Taxa assimilatória líquida das cultivares 'Ouro Negro' e 'BRS MG Talismã', em função de dias após a emergência. UFV, Coimbra, Estado de Minas Gerais, águas 2003/2004.

O conteúdo de carboidratos nas diversas partes da planta de feijão varia conforme o seu estágio de desenvolvimento e, até certo ponto, com o seu hábito de crescimento (PORTES, 1996), o que pode explicar, pelo menos parcialmente, a diferente acumulação de matéria seca das cultivares, pois a 'Ouro Negro' tem hábito de crescimento dos tipos II/III, mais ereto, enquanto a 'BRS MG Talismã' é do tipo III, com porte menos ereto. Outras características morfológicas e fisiológicas (área foliar, IAF e tamanho de grãos, sendo esta última característica relacionada com a massa de 100 sementes), próprias de cada uma delas, com certeza também interferiram no acúmulo de matéria seca total e nos diferentes órgãos do feijoeiro.

Na cultivar 'Ouro Negro', o acúmulo da matéria seca da folha foi crescente no período de 12 a 36 DAE, atingindo o valor máximo de 324,84 g m⁻² aos 47 DAE. No período seguinte, de 51 até 65 DAE, houve diminuição da matéria seca de folha (Figura 6). Segundo Biddulph e Cory (1965) e Willenbring (1966), o padrão de distribuição dos assimilados, antes do florescimento, indica que as folhas inferiores estão suprindo as raízes, enquanto as folhas superiores suprem principalmente as folhas jovens em expansão, do ápice da planta. As folhas

intermediárias suprem, simultaneamente, as extremidades superior e inferior da planta, além da sua parte mediana.

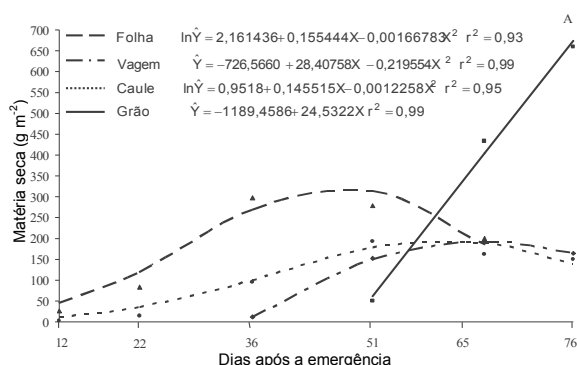


Figura 6. Acúmulo de matéria seca nos diferentes órgãos da planta da cultivar 'Ouro Negro' em função do número de dias após a emergência. UFV, Coimbra, Estado de Minas Gerais, águas 2003/2004.

O acúmulo de matéria seca do caule na cultivar 'Ouro Negro' foi muito pequeno no início, até 22 DAE, aumentando no período seguinte e atingindo o valor máximo de 194,45 g m⁻² aos 59 DAE (Figura 6). Após os 59 DAE, houve pequena diminuição no valor da acumulação da matéria seca do caule. Para Wien et al. (1976), no florescimento, o padrão de distribuição dos assimilados difere um pouco para as cultivares de crescimento determinado e indeterminado, mas de um modo geral, em torno de 80% dos assimilados nas folhas intermediárias permanecem na própria folha e nos tecidos circunvizinhos (pecíolos, flores e vagens pequenas); cerca de 1,3% dos assimilados é translocado para a parte superior da planta, e quase 20% seguem em direção aos órgãos inferiores. Neste estágio, as raízes ainda recebem boa parte destes 20%. Das folhas superiores, os fotoassimilados dirigem-se especialmente para a haste principal e para as raízes (WIEN et al., 1976).

Na Figura 6, observa-se que os valores de acumulação de matéria seca da vagem na cultivar 'Ouro Negro' aumentaram a partir dos 36 DAE, até atingir 192,33 g m⁻² aos 65 DAE, decrescendo para 164,26 g m⁻² aos 76 DAE. Para Wien et al. (1976), no estágio em que as vagens encontram-se completamente desenvolvidas (nove a 13 dias após o florescimento - R6), ou no início da formação de grãos, as folhas medianas retêm em torno de 28% dos assimilados que produzem, e aproximadamente 23% são translocados para os órgãos inferiores. A maior proporção de assimilados é translocada para os ramos (45%), sendo a maior parte dirigida para os frutos (WIEN et al., 1976). Nessa fase, as raízes

receberam consideravelmente menos assimilados do que no florescimento e praticamente todo assimilado que recebem é procedente das folhas dos primeiros nós da haste principal.

Segundo Tanaka e Fujita (1979), com o crescimento das vagens, uma quantidade considerável de carboidratos acumulam-se nas células da vagem, sendo posteriormente translocados para os grãos durante o seu crescimento. Deste modo, as vagens funcionam temporariamente como órgãos de armazenamento de carboidratos translocados das folhas para os grãos. Isto explicaria a redução verificada após os 65 DAE.

Nos grãos, a acumulação de matéria seca na cultivar 'Ouro Negro' teve incremento linear a partir de 51 DAE, atingindo 674,98 g m⁻² aos 76 DAE (Figura 6).

O acúmulo de matéria seca nos diferentes órgãos da cultivar 'BRS MG Talismã' em função de dias após emergência, apresentou o mesmo padrão de acumulação observado na cultivar 'Ouro Negro', embora com valores sempre inferiores (Figura 7). Franco et al. (2008) obtiveram com a cultivar 'IPR Juriti' (grão Carioca, hábito de crescimento II), maior massa seca de folhas (4,76 g planta⁻¹), maior índice de área foliar (2,10) e também maior número de vagens planta⁻¹ (12,6) e rendimento (2248 kg ha⁻¹), quando aplicaram 200 kg de nitrogênio ha⁻¹.

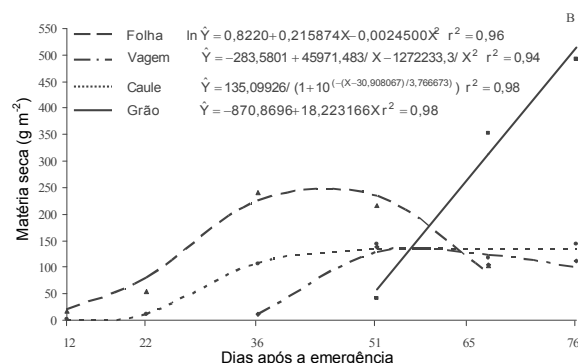


Figura 7. Acúmulo de matéria seca nos diferentes órgãos da planta da cultivar 'BRS MG Talismã' em função do número de dias após a emergência. UFV, Coimbra, Estado de Minas Gerais, águas 2003/2004.

A cultivar 'Ouro Negro' apresentou número de vagens, produtividade de grãos e massa de 100 grãos de 10,57; 2,473 e 23,62, respectivamente. A cultivar 'BRS MG Talismã' apresentou, para as mesmas variáveis, os valores médios de 9,06; 1,918 e 20,49 (Tabela 1). Observando-se os dados de acumulação de matéria seca total e por órgãos (Figuras 1, 2, 3, 6 e 7), verifica-se que a cultivar 'Ouro Negro' foi a que apresentou os maiores valores, apresentando-se,

portanto, mais adaptada às condições edafoclimáticas em que o trabalho foi conduzido. No período de condução dos experimentos, houve alta temperatura (as médias das temperaturas média, máxima e mínima foram de 22,8; 27,8 e 20,2°C, respectivamente), alto índice de precipitação (total de 771,4 mm) e alta umidade relativa do ar (79,8%).

Tabela 1. Valores médios da população de plantas ha⁻¹ (POP, mil pls. ha⁻¹), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de 100 grãos (MASSA 100, g) e produtividade de grãos (PROD, kg ha⁻¹) das cultivares de feijão 'Ouro Negro' e 'BRS MG Talismã'. UFV, Coimbra, Estado de Minas Gerais, águas 2003/2004.

Cultivar	POP	NVP	NGV	MASSA 100	PROD
Ouro Negro	216,0	10,57	5,12	23,62	2,473
Talismã	206,6	9,06	5,31	20,49	1,918

Conclusão

Com relação à produtividade de grãos e seus componentes, as cultivares 'Ouro Negro' e 'Talismã' apresentaram desempenhos semelhantes, mas os maiores valores de acúmulo de matéria seca total, taxa de crescimento absoluto, índice de área foliar e taxa assimilatória líquida foram obtidos na cultivar 'Ouro Negro'. A 'BRS MG Talismã', entretanto, apresentou maior taxa de crescimento relativo.

Referências

- ANDRADE, C. A. B.; FONTES, P. C. R.; CARNEIRO, J. E. S.; CARDOSO, A. A. Avaliação de critérios de recomendação de adubação sobre a produtividade de cultivares de feijão. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 2, p. 281-285, 2005.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2003.
- BIDDULPH, O.; CORY, R. Translocation of ¹⁴C metabolites in the phloem of the bean plant. **Plant Physiology**, v. 40, n. 2, p. 119-129, 1965.
- CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba: Fealq, 1984.
- CFSEMG-Comissão de Fertilidade de Solos do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, 1999.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa-CNPq, 1999.
- FERNÁNDEZ, F.; GEPTS, P.; LOPES, M. **Etapas de desarrollo de la planta de frijol (Phaseolus vulgaris L.)**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1986.
- FRANCO, E.; ANDRADE, C. A. B.; SCAPIM, C. A.; FREITAS, P. S. L. Resposta do feijoeiro à aplicação de nitrogênio na semeadura e cobertura no sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 427-434, 2008.
- GOMES, A. A.; ARAÚJO, A. P.; ROSSIELLO, R. O. P.; PIMENTEL, C. Acumulação de biomassa, características fisiológicas e rendimento de grãos em cultivares de feijoeiro irrigado e sob sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 10, p. 1927-1937, 2000.
- HUNT, R. **Basic growth analysis**. London: Unwin Hyman, 1990.
- LARCHER, W. Produção de matéria seca: o trabalho de assimilação e seu rendimento. In: LARCHER, W. (Ed.). **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. cap. 2, p. 149-64.
- PAZZETTI, G. A.; OLIVA, M. A.; LOPES, N. F. Aplicação da termometria ao infravermelho à irrigação do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, n. 12, p. 1371-1377, 1993.
- PIMENTA, H. S.; FANCELLI, L. A.; DOURADO-NETO, D. Modelo matemático para estimar o acúmulo de matéria seca e prever as épocas do florescimento e do ponto de maturidade fisiológica da cultura de feijão. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 4, p. 915-920, 1999.
- PORTES, T. A. Ecofisiologia. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 101-131.
- RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Crescimento e desenvolvimento. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. (Ed.). **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. cap. 16, p. 365-400.
- TANAKA, A.; FUJITA, K. Growth, photosynthesis and yield components in relation to grain yield of the field bean. **Journal of the Faculty of Agriculture of the Hokkaido University**, v. 59, n. 2, p. 145-238, 1979.
- WIEN, H. C.; ALTSCHULER, S. L.; OZBUN, J. L.; WALLACE, D. H. ¹⁴C-assimilate distribution in *Phaseolus vulgaris* L. during the reproductive period. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 101, n. 5, p. 510-513, 1976.
- WILLENBRING, J. Transport ¹⁴C-markierter assimilate in phloem von pelargonius zonale und *Phaseolus vulgaris*. **Planta**, v. 71, n. 1, p. 171-183, 1966.

Received on February 20, 2009.

Accepted on May 30, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.