

Eficiência do uso da radiação solar pelo feijão caupi irrigado no nordeste paraense¹

*Denis de Pinho Sousa²; Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza³; Lucas Antonio Pinheiro Gatti⁴
Hildo Giuseppe Garcia Caldas Nunes⁵; Surama Pureza da Costa e Costa⁶; Vivian Dielly da Silva
Farias⁷; Thaynara Fernandes Ramos⁸; Denilson Pontes Ferreira⁹; Hamilton Ferreira Souza Neto¹⁰*

¹ Referência ao trabalho

² Engenheiro agrônomo, Mestrando, Depto. de Agronomia - UFRA, Fone: (91)98206-6018, Email: denisdepinho@agronomo.eng.br

³ Prof. Dr.º em Agrometeorologia da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Belém – PA. Email: paulo.jorge@ufra.edu.br

⁴ Graduando em agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Belém – PA. Email: gattilucas@outlook.com

⁵ Meteorologista, Doutorando, Depto. Agronomia, UFRA, Belém – PA. Email: garibalde13@gmail.com

⁶ Zootecnista, Mestranda, Depto. de Ecologia e Pesca – Universidade Federal do Pará, Belém – PA. Email: Suramac@zootecnista.com.br

⁷ Eng.ª Agrônoma, Doutoranda, Depto. Agronomia, UFRA, Belém – PA. Email: viviandielly19@yahoo.com.br

⁸ Graduanda em agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Belém – PA. Email: thaynara_ramos@yahoo.com.br

⁹ Engenheiro agrônomo, Mestrando, Depto. de Agronomia – UFRA, Belém – PA. Email: pontes.agro@gmail.com

¹⁰ Graduando em agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Belém – PA. Email: hfsn@hotmail.com

RESUMO: No Pará, estima-se que o feijão caupi foi introduzido por migrantes do Nordeste do Brasil, e atualmente 122 dos 143 municípios do Estado cultivam essa espécie, numa área total de 53.793 hectares e produção de 36.498 toneladas. O objetivo deste trabalho foi determinar a eficiência do feijão caupi irrigado em interceptar e usar a radiação solar no nordeste paraense. O experimento foi realizado no ano de 2014 na Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural da Amazônia, no município de Castanhal-PA. Em uma estação meteorológica automática, foi instalado um sensor para medir a radiação solar global incidente. A radiação fotossinteticamente ativa incidente e transmitida foi mensurada utilizando o sensor SunScan. A análise de crescimento semanalmente foram coletadas aleatoriamente 10 plantas, onde cada amostra teve seus órgãos separados e posteriormente colocados para secar em estufa aerada afim de obter do peso seco da planta. Esta cultura, nas condições analisadas intercepta, em média, 187,48 MJ m⁻² de radiação fotossinteticamente ativa, produzindo 2,24 g m⁻² de massa seca total da parte aérea para cada MJ de PAR interceptada. Na análise de crescimento o índice de área foliar máximo atingiu 3,52 e a massa seca total da parte aérea atingiu foram 548,64 g/m².

PALAVRAS-CHAVE: *Vigna unguiculata* L., radiação fotossintética, irrigação

Use efficiency of solar radiation by cowpea irrigated beans in northeastern paraense

ABSTRACT: In Pará, it is estimated that the cowpea was introduced by migrants from the Northeast of Brazil, and currently 122 of the 143 municipalities in the state grow this species, a total area of 53,793 hectares and production of 36,498 tons. The objective of this study was to determine the efficiency of irrigated cowpea beans in intercept and use solar radiation in northeast Pará. The experiment was conducted in 2014 at the Experimental Farm of the Federal Rural University of Amazonia, in the municipality of Castanhal-PA. In an automatic weather station was installed a sensor to measure the solar radiation incident. The incoming PAR was measured and transmitted using the SunScan sensor. Growth analysis week were 10 plants selected at random, where each sample had its separate bodies and subsequently placed for drying in an oven aerated in order to obtain the dry weight of the plant. This culture under the conditions analyzed intercepts an average of 187.48 MJ m⁻² of photosynthetically active radiation, producing 2.24 g m⁻² total dry weight of shoot for each PAR MJ intercepted. In the growth analysis the maximum leaf area index reached 3.52 and the total dry weight of the area hit were 548.64 g / m².

KEY WORDS: *Vigna unguiculata* L., photosynthetic radiation, irrigation



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) é uma das culturas mais adaptadas a diversas condições de clima e solos pobres em nutrientes, podendo ser encontrado nas savanas tropicais e subtropicais da África, Ásia e América do Sul (Nechet, 2006). No Brasil, destaca-se por sua importância socioeconômica para as famílias das regiões Norte e Nordeste. Atualmente, encontra-se em franca expansão na região Centro-Oeste (Freire Filho et al., 2008).

No Pará, estima-se que o feijão caupi foi introduzido por migrantes do Nordeste do Brasil (Santos; Rebello; Homma, 2009). De acordo com o IBGE (2010), 122 dos 143 municípios do Estado cultivam essa espécie, numa área total de 53.793 hectares e produção de 36.498 toneladas. No município de Tracuateua, a cultura do feijão caupi foi em 2008, a atividade mais importante da economia do município (Barbosa; Santos; Santana, 2010), com uma área cultivada de 3.800 ha e produção de 3.056 t (IBGE, 2010).

Entretanto, houve uma contínua redução na área total produzida com feijão caupi e na produção final do grão em todo o estado do Pará entre as safras de 2007 e de 2009, em especial nos municípios da região nordeste, apresentando uma diminuição de 58 mil em 2007 para 49 mil hectares em 2009, e produção total de 49 mil em 2007 para 34 mil t do grão em 2009, muito provavelmente em função da variabilidade nas condições climáticas (SAGRI, 2010).

Um dos fatores abióticos fundamentais para o crescimento das plantas é a radiação solar (Demetriades-Shadh et al., 1992). A partir dela pode-se analisar a produção de uma cultura, através da relação entre a radiação solar capturada e a taxa de produção de massa seca, conhecida como eficiência do uso da radiação (Montheith, 1977). Portanto, o objetivo deste trabalho foi determinar a eficiência do feijão caupi irrigado em interceptar e usar a radiação solar no nordeste paraense.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no ano de 2014 na Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural da Amazônia, situada no município de Castanhal-PA, sob as coordenadas, 1°19'24.48"S e 47°57'38.20"W. A semeadura foi realizada no dia 9 de setembro, feita mecanicamente utilizando-se a cultivar BR3-Tracuateua por ser a mais recomendada para a região, utilizando-se um espaçamento entre linhas de 0,50m e densidade de 10 plantas/m. Os tratamentos culturais (adubação, espaçamento e densidade de semeadura, etc) foram conduzidos conforme as recomendações técnicas da Embrapa para a cultura na região (Embrapa, 2005).

Uma torre micrometeorológica de 3 m de altura foi instalada no centro da área experimental. Nesta torre foi instalada uma estação meteorológica automática onde foi instalado um sensor para medir a radiação solar global incidente. O sensor foi conectado a um datalogger CR10X (Campbell Scientific, Inc.) programado para efetuar a leitura do sensor a cada 10 segundos, com gravação das médias e dos totais a cada 10 minutos. Para monitorar a radiação fotossinteticamente ativa incidente (*PARinc*) e radiação fotossinteticamente ativa transmitida (*PARtrans*) foi utilizado o sensor SunScan (*Delta-TDevices*). Todas as medidas foram realizadas no período de 18 de setembro a 9 de novembro de 2014, diariamente, durante o ciclo do feijão caupi.

O sistema de irrigação localizada por gotejamento foi utilizado, para complementar a precipitação, quando necessário, para manter o solo sempre na capacidade de campo. O manejo da irrigação foi feito, verificando-se a lâmina evapotranspirada, a cada dia, por meio de um tanque Classe A. A reposição da lâmina de água perdida foi feita, ao final de cada dia.

A análise de crescimento da cultura foi iniciada aos 9 dias após a semeadura (*DAS*), onde semanalmente foram coletadas aleatoriamente 10 plantas seguindo um delineamento inteiramente ao acaso, com 6 repetições de cada. Cada amostra teve seus órgãos separados caule, pecíolo, folha,

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

pedúnculo, flor, vagem e grão (quando presentes). Posteriormente as amostras foram colocadas para secar em estufa aerada a 70 °C por no mínimo 48 h para obter do peso seco da planta.

O IAF foi determinado pelo método dos discos (Benincasa, 2003), utilizando as mesmas amostras da MSt. Desta forma foram retirados três discos foliares de 1 cm de raio de cada planta, totalizando 30 discos por amostra, posteriormente todo material foi posto para secar em estufa à 70°C até peso constante, estimando-se a área dos discos (Ad) pela Equação 1, a área foliar (Af) através da Equação 2 e o índice de área foliar (IAF) foi estimado através da Equação 3.

$$Ad = (\pi r^2) \times Nd \quad (1)$$

$$Af = [Ad \times (Pd + Pf)] \div Pd \quad (2)$$

$$IAF = Af \div (Dp \times Dl) \quad (3)$$

Em que: π é o pi (3,14159265), r é o raio do vazador (1 cm), Nd é o número de discos, Pd é o peso seco dos discos, Pf é o peso seco do resto das folhas, Dp é a distância entre plantas e Dl é a distância entre linhas.

A eficiência de uso da radiação (EUR), expressa em g MJ¹, será estimada através da análise de regressão entre a massa seca acumulada na planta (g m²) e a soma da radiação PAR interceptada semanalmente (MJ m⁻²), conforme Sinclair & Muchow (1999). O coeficiente angular da equação representa a eficiência do uso da RFA interceptada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As fases fenológicas do feijão caupi apresentaram os seguintes períodos: crescimento (vegetativo), 0 a 33 DAS; floração, 34 a 46 DAS; frutificação, 47 a 56 DAS; e maturação, 57 a 64 DAS. A radiação PAR interceptada (PAR_{int}) variou entre 1,28 e 12,14 MJ m⁻²dia⁻¹, com a média de 8,13 MJ m⁻²dia⁻¹. O valor obtido neste estudo foi superior aos 5,98 MJ m⁻² obtido por Assunção et al. (2008), em Botucatu, São Paulo.

A identificação dos estágios fenológicos da cultura, pode gerar subsídios para o desenvolvimento de modelos para o feijão caupi, que simulam com precisão o índice de área foliar, a biomassa, bem como a produção de grãos (Kiniry et al. 2005)

O índice de área foliar (IAF) apresentou variação semelhante à observada para a PAR_{int} , além de acompanhá-la, foi evidenciada uma relação muito próxima entre estes parâmetros. O IAF máximo foi de 3,52 atingido aos 46 DAS (Figura 1), na fase de floração, interceptando 96% da radiação PAR. Os resultados estão de acordo com os encontrados por Thomsom et al. (1997), em que o valor máximo de IAF foi obtido aproximadamente nesta fase.

O estudo em questão atingiu o IAF crítico, que de acordo com Pengelly, Blamey e Murchow (1999) é atingido quando 95% da radiação PAR é interceptada pela cultura.

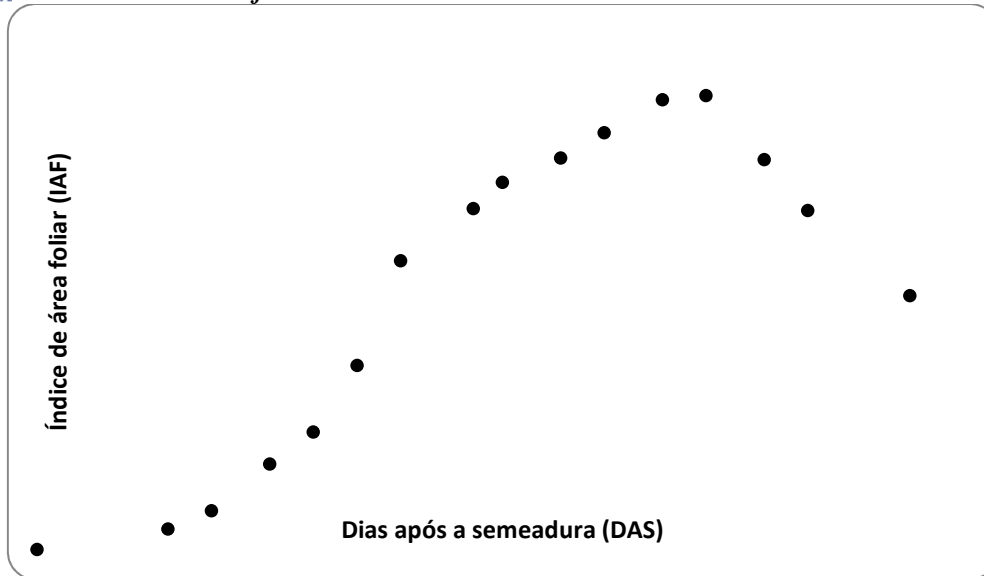


Figura 2. Índice de área foliar (IAF) do feijão caupi irrigado em função dos dias após a semeadura (DAS)

A massa seca total da parte aérea produzida (MSt) pelo feijão caupi foi crescente em função da PAR_{int} acumulada (PAR_{int_acum}), apresentando o ápice de 548,64 g m⁻² de MSt ao 46 DAS, representando o momento em que a radiação foi utilizada pela planta de forma mais eficiente. A Mst acumulada nas fases de crescimento, floração, frutificação e maturação foram obtidos os valores de 110,01 g m⁻²; 461,41 g m⁻²; 526,76 g m⁻²; e 511,17 g m⁻², respectivamente.

Diversas culturas anuais possuem uma forte correlação linear entre a produção de massa seca e a radiação PAR interceptada, onde a eficiência do uso da radiação solar é dada pela derivada da equação da reta, que neste estudo apresenta o valor de 2,23 g/MJ.m² (figura 2).

Estes valores estão dentro da faixa de EUR esperada para plantas C3, crescendo sob condições ótimas, ou seja, entre 2,0 e 4,5 g MJ⁻¹ (Costa, 1994; Rosenthal & Gerik, 1991; Kiniry et al., 1989).

A PAR_{int_acum} médio foi de 187,48 MJ m⁻², enquanto que na fase de crescimento foi acumulado 53,50 MJ m⁻²; 212,49 MJ m⁻², na floração; 329,33 MJ m⁻², na frutificação; e 416,85 MJ m⁻², na maturação. Em média a cultura do feijão caupi usou de forma eficiente a radiação em 2,10 MJ para cada grama de matéria seca. Esse resultado está próximo ao valor encontrado por Santos et al. (2003), para soja, em Paragominas, no Pará, que foi de 2,28 g/MJ.m².

Os valores de EUR também corroboram com os encontrados por Tesfaye et al. (2006) que obteve valores de EUR para *Vigna unguiculata* próximos daqueles apresentado neste estudo, o qual chegaram a 2,16 g MJ⁻¹ obtidos em experimentos de campo na Etiópia. Portanto, o valor de EUR de 2,18 g MJ⁻¹ obtido para o caupi no, ambiente amazônico, está coerente com os maiores valores encontrado na literatura, sob condições hídricas não estressantes.

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

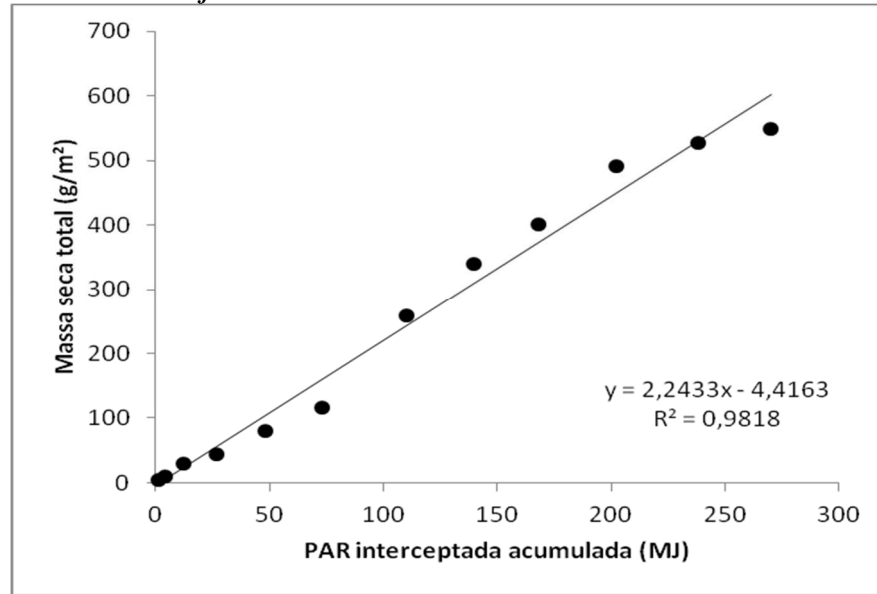


Figura 2. Relação entre radiação fotossinteticamente ativa interceptada acumulada (PARint ac) e produção de massa seca total, acima do solo (MSt).

CONCLUSÕES

A cultura do feijão caupi irrigado no Município de Castanhal, nordeste do Estado do Pará, interceptou em média 187, MJ de radiação fotossinteticamente ativa produzindo 2,10 g m⁻² de massa seca por MJ de PAR interceptado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSUNÇÃO, H. F.; ESCOBEDO, J. F.; CARNEIRO, M. A. C. Eficiência de uso da radiação e propriedades óticas da cultura do amendoim. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 3, p. 215-222, 2008.

BARBOSA, M. S.; SANTOS, M. A. S.; SANTANA, A.C. **Análise socioeconômica e tecnológica da produção de feijão-caupi no município de Tracuateua, Nordeste Paraense**. Amazônia: Ciência & Desenvolvimento, Belém, v 5, n 10, p. 7-25, jan/jun/2010.

BENINCASA, M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: Funep, 2003. 41p.

COSTA, L.C. **Respiration, photosynthesis and growth of faba bean (*Vicia faba* L.) under different environmental conditions**. Reading, (UK): University of Reading, 1994. 223 p. (Ph.D. Thesis).

DEMETRIADES-SHAH, T. H.; FUCHS, M.; KANEMASU, E. T.; FLITCROFT, I. A note of caution concerning the relationship between cumulated intercepted solar radiation and crop growth. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 58, p. 193-207, 1992.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

EMBRAPA. Sistema Bragantino; **Agricultura sustentável para a Amazônia**. Embrapa Amazônia Oriental, Documentos 218, 2005.



FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. de M.; RIBEIRO, V. Q.; SITTOLIN, I. N. **Avanços e perspectivas da cultura do feijão-caupi**. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. (Ed.) *Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. V.1, p.235-250.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Cidades: Produção Agrícola Municipal. Lavoras Temporárias e Permanentes**, 2010. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em 21 de maio/2015.

KINIRY, J. R. et al. Peanut leaf area index, light interception, radiation use efficiency, and harvest index at three sites in Texas. *Field Crops Research*, Saint Paul, v. 91, n. 2-3, p. 297-306, 2005.

KINIRY, J.R.; JONES, J.C.; O'TOOLE, R.; BLANCHET, R.; CABELGUENNE, M.; SPANEL, D.A. Radiation-use-efficiency in biomass accumulation prior to grain-filling for five grain-crop species. *Field Crop Research*, v.20, p.51-64, 1989.

MONTEITH, J. L. Clima and the efficiency of crop production in Britain. *Phil. Trans. Royal Soc.*, n. 281. p. 277-294, 1977.

NECHET, K. L.; VIEIRA, B. A. H. **Doenças do feijão-caupi em Roraima**. Boa Vista – RR: EMBRAPA RORAIMA, 2006. 16 p. (EMBRAPA RORAIMA. Circular Técnica,2).

PARÁ. Secretaria de Estado de Agricultura do Pará. **Banco de dados**. Belém, 2010

PENGELLY, B. C.; BLAMEY, F. P. C.; MUCHOW, R. C. Radiation interception and the accumulation of biomass and nitrogen by soybean. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 63, p. 99-112, 1999.

ROSENTHAL, W.D.; GERIK, T.J. Radiation use among cotton cultivars. *Agronomy Journal*, v.83, p.655-658, 1991.

SANTOS, J. B.; PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A.; COSTA, L. C. Captação e aproveitamento da radiação solar pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas. *Bragantia*, Campinas, SP, v. 62, n. 1, p. 147-153, 2003.

SANTOS, M. A. S.; REBELLO, F. K.; HOMMA, A.K.O. **Fontes de crescimento da produção de feijão-caupi no Estado do Pará, no período de 1998-2008**. In: Anais do Congresso Brasileiro de Feijão-Caupi. Belém, Embrapa Amazônia Oriental, 24 a 28 de agosto de 2009. CD-ROM.

SINCLAIR, T.R., AND R.C. MUCHOW. 1999. Radiation use efficiency. *Adv. Agron.* 65:215–265.

TESFAYE, T.; WALKER, S.; TSUBO, M. Radiation interception and radiation use efficiency of three grain legumes under water deficit conditions in a semi-arid environment. *Europ. J. Agronomy*, n. 25. P. 60-70, 2006.

THOMSON, B. D.; SIDDIQUE, K. H. M. Grain legume species in low rainfall Mediterranean-type environments II. *Field Crops Research*, n. 54, p. 189-199, 1997.