



BALANÇO DE RADIAÇÃO EM CONDIÇÕES DE CÉU CLARO E NUBLADO EM CULTIVO DE FEIJÃO CAUPI NO NORDESTE DO PARÁ, BRASIL

Amanda Y. Takaki¹, Juliana C. Rodrigues², Deborah L. P. Costa¹, Marcus J. A. de Lima³, Paulo Jorge de O. P. de Souza⁴

¹ Graduanda em Agronomia, Laboratório de Clima e Agrometeorologia da Amazônia-LABCAAM, Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA, Belém-PA, amandatakaki@hotmail.com.

² Eng. Agrônoma, doutoranda em Ciências Florestais, LABCAAM, UFRA, Belém-PA.

³ Eng. Agrônomo, doutorando em Agronomia, LABCAAM, UFRA, Belém-PA.

⁴ Meteorologista, Prof. Dr. LABCAAM, Instituto Sócio Ambiental e dos Recursos Hídricos-ISARH/UFRA, Belém-PA.

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi estimar o balanço de radiação e o índice de área foliar e demonstrar a variabilidade do balanço de radiação com o índice de área foliar em condições de céu claro e nublado no durante o ciclo de feijão caupi no nordeste. Para isso foi instalada e instrumentada uma torre micrometeorológica para medição dos componentes para se estimar o balanço de radiação, a realização do acompanhamento fenológico diariamente durante todo o ciclo. O índice de área foliar foi obtido através de coletas semanais de um metro linear de plantas aleatoriamente na área de cultivo. O balanço de radiação médio encontrado para todo o ciclo do feijão caupi é de $10,47 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, apresentando valor máximo na fase de crescimento, pois a cultura ainda estava se estabelecendo. O índice de área foliar médio é de 2,46, apresentando valor máximo na frutificação. O balanço de radiação acompanhou a variabilidade do índice de área foliar.

PALAVRAS-CHAVE: *Vigna unguiculata* (L.) Walp., balanço de radiação, área foliar.

BALANCE OF RADIATION IN TERMS OF CLEAR AND CLOUDY SKY IN FARMING COWPEA BEAN IN NORTHEASTERN PARÁ, BRAZIL

ABSTRACT: The aim of this study was to estimate the radiation balance and the leaf area index and demonstrate the variability of the radiation balance with leaf area index in clear sky conditions and overcast during the cycle cowpea in the northeast. For it was installed and instrumented micrometeorological tower for measurement the components to estimate the radiation balance, and follow up daily throughout the phenological cycle. The leaf area index was obtained by weekly samplings of a linear meter of plants in the area of cultivation. The average radiation balance found for the entire cycle of cowpea is $10.47 \text{ MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$, the maximum values in the growth phase, because culture was not yet established. The average leaf area index is 2.46, the maximum values in fruiting. The radiation balance accompanied the variability of leaf area index.





KEYWORDS: *Vigna unguiculata* (L.) Walp., Net radiation, leaf area.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) é uma leguminosa de grande importância para população do norte e nordeste brasileiro, destacando-se pelo seu alto valor nutritivo, sendo cultivado para produção de grãos verdes e secos (ANDRADE JÚNIOR et al., 2003). No Pará, a região nordeste concentra a maior parte da produção do Estado (SAGRI, 2011). Essa cultura também tem se tornado atrativa para o agronegócio, com cultivos em grandes lavouras, sobretudo na safrinha, após o cultivo de soja ou milho (CRAVO et al., 2009). A radiação solar tem elevada importância na produtividade de uma cultura, pois a sua redução resulta menor armazenamento de açúcares e acumulação de amido nas folhas através do processo da fotossíntese, alterando assim, todo o mecanismo de síntese e prejudicando a eficiência das plantas (BARBIERI, 1993). A radiação solar ao incidir na superfície e interage com mesma, com influencia de diversos fatores, tendo destaque a cobertura vegetal sobre o solo, representado pelo índice de área foliar (IAF) (BLAD E BACKER, 1972), alterando as interações entre a radiação e a superfície. A variabilidade do balanço de radiação tende a acompanhar o IAF, pois o balanço de radiação apresenta forte dependência do IAF. Estudos relacionados a interação planta-atmosfera e a cultura do feijão-caupi são escassos nas condições meteorológicas do nordeste paraense, por isso, este trabalho tem como objetivo estimar o saldo de radiação e o índice de área foliar no plantio de feijão-caupi e demonstrar o comportamento destas variáveis durante todo seu ciclo nesta região.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área de cultivo de feijão caupi cv. BR3-Tracuateua, localizado na Fazenda Escola de Castanhal (FEC), pertencente a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), município de Castanhal, Pará (01°17'S; 47°55'W). O cultivo foi realizado em condição de sequeiro, em uma área total de 1,5 ha. Foram coletados dados de radiação solar global incidente (Q_g) e refletida (Q_r) e radiação líquida (R_n), os sensores foram instalados a 2,0 m do dossel da cultura em uma torre micrometeorológica instalada no centro da área de estudo, estes foram conectados a um datalogger (CR10X, *Campbell Scientific*), sendo realizadas leituras a cada 10 segundos e gravação das médias a cada 10 minutos.

O acompanhamento fenológico da cultura foi realizado diariamente conforme Dourado Neto e Fancelli (2000) (Tabela 1). As medições meteorológicas e de fenologia foram realizadas entre 12 de agosto e 15 de outubro de 2011, durante o ciclo do feijão-caupi.

Tabela 1. Fases fenológicas do feijão caupi.

Fases fenológicas	Descrição
Crescimento (vegetativo)	Compreendido entre a germinação até a abertura da terceira folha trifoliada.
Floração	Emissão dos botões até a abertura das primeiras flores.
Frutificação	Aparecimento e enchimento das vagens. Inicia o desfolhamento.
Maturação	As vagens perdem a pigmentação e começam a secar.

Fonte: Fancelli e Dourado Neto (2000).





A área foliar (A_f) foi estimada através do método dos discos, segundo metodologia proposta por Benincasa (2003), a partir de coletas semanais, de forma aleatória, seis linhas de um metro de comprimento das quais eram coletadas todas as plantas, com cada linha representada por 10 plantas, assim tendo-se uma amostra com seis repetições, a cada semana. Dessas amostras, foram coletados 30 discos das folhas de cada repetição, com o auxílio de um vazador, que eram pesadas e levadas para estufa à 70 °C, juntamente com o restante das folhas das amostras, até atingirem um peso constante por cerca de 48 horas, obtendo-se o peso seco das amostras. Estimando-se a A_f e a área dos discos (A_d) através da Equação 1 e 2, respectivamente. O índice de área foliar (IAF) foi estimado através Equação 3.

$$A_f = A_d * (P_d + P_f) / P_d \quad (1) \quad (1)$$

$$A_d = (\pi * R^2) * n_d \quad (2)$$

$$IAF = A_f / (D_p * D_l) \quad (3)$$

onde P_d é o peso seco dos discos, P_f é o peso seco do resto das folhas, n_d é o número de discos, π é o pi (3,14159265), R é o raio do vazador (1 cm), D_p é o distância média entre plantas (≈ 20 cm) e D_l é o distância média entre linhas (≈ 50 cm).

O balanço de radiação de ondas curtas (BOC) foi obtido pela Equação 4. O balanço de ondas longas (BOL) foi obtido como resíduo do balanço de radiação da superfície (Eq. 5).

$$BOC = Q_g - Q_r \quad (4)$$

$$BOL = R_n - BOC \quad (5)$$

A análise estatística das variáveis meteorológicas e de IAF foi realizada através da estatística descritiva, ou seja, com o uso de médias e desvios padrão.

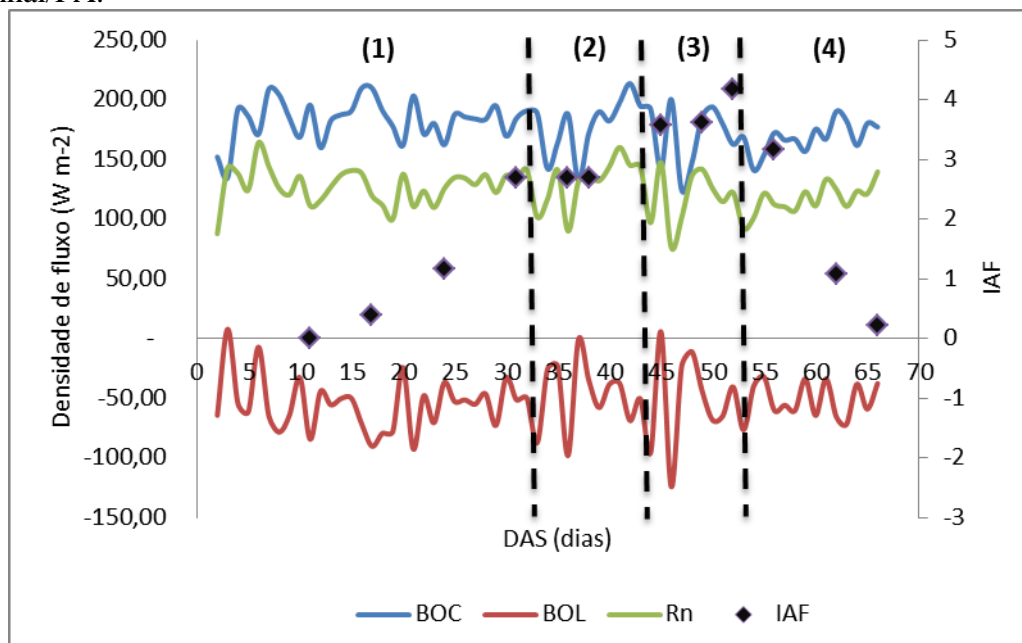
RESULTADOS E DISCUSSÃO

As fases fenológicas apresentaram os seguintes períodos: crescimento (vegetativo), 0 a 33 DAS; floração, 34 a 44 DAS; frutificação, 45 a 54 DAS; e maturação, 55 a 66 DAS. Através do saldo entre o BOC e o BOL obteve o saldo de radiação (R_{net}), apresentando seu comportamento durante o ciclo do feijão caupi como mostrado na Figura 1, com valor médio de $10,47 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ($\pm 1,47$), próximo aos valores encontrados para soja por Souza et al. (2009), que foram de 10,83 e $11,36 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, em Paragominas no Pará. O índice de área foliar (IAF) médio foi de 2,46, sendo que o IAF máximo foi atingido aos 52 dias após a semeadura (DAS), na fase de frutificação, este valor esteve próximo ao encontrado por Urchei et al. (2000) que obteve, 4,19, em Senador Canedo, e superior aos determinados por Stone e Moreira (2001), que foram valores entre 2,4 e 3,7, em Santo Antônio de Goiás, ambos estudaram a cultura do feijão, em Goiás. Encontrando-se no intervalo estabelecido por Pengelly et al. (1999), que foi entre 3,8 e 4,2, estudando o feijão caupi, na Austrália. O saldo de Radiação (R_{net}) acompanhou a variabilidade do IAF, como é mostrado na Figura 1. No início da fase de crescimento apresentou elevada variação com média de IAF de 1,06 e R_{net} de $10,67 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, pois a cultura ainda estava se estabelecendo, representando uma mistura entre a cobertura vegetal e o solo, enquanto que no período de frutificação apresentou média máxima de IAF (3,78) e mínima de R_{net} ($9,74 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$). Após atingir valor máximo de IAF (4,168) observou-se uma queda drástica, chegando ao valor de 1,07, em decorrência da



diminuição da área foliar e o início do desfolhamento e o surgimento das vagens, resultando no aumento do valor médio de Rnet ($10,07 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) na fase de maturação.

Gráfico 1. Variabilidade do balanço de radiação e índice de área foliar para a cultura do feijão caupi. Suas fases fenológicas: (1) crescimento; (2) floração; (3) frutificação; e (4) maturação. Castanhal/PA.



Fonte: Os autores.

CONCLUSÕES

O saldo de radiação médio estimado para todo ciclo de feijão caupi no Nordeste Paraense é de $10,47 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, atingido valor máximo no início do ciclo. O índice de área foliar médio é 2,46, com valor máximo atingido na fase de frutificação. O saldo de radiação acompanhou a variabilidade do índice de área foliar.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.G., PEREIRA, L.S., RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SANTOS, A. A. dos; ATHAYDE SOBRINHO, C.; BASTOS, E. A.; MELO, F. de B.; VIANA, F. M. P.; FREIRE FILHO, F. R.; CARNEIRO, J. da S.; ROCHA, M. de M.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S. da; RIBEIRO, V. Q. **Cultivo de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2003. 110 p. (Embrapa Meio-Norte. Sistema de Produção, 2).
- BARBIERI, V. **Condicionamento climático da produtividade potencial da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.): um modelo matemático-fisiológico de estimativa**. Piracicaba/SP, 1993. 142p. Tese (Doutorado) – ESALQ.
- BENINCASA, M.P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.



XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia



- BLAD, B. L.; BACKER, D.G. **Reflected radiation from a soybean crop.** Agron. J., v.64, p.277-280, 1972.
- CRAVO, M. da S.; SOUZA, B.D.L. de; CUNHA, F.D.R.; CAVALCANTE, E. da S.; ALVES, J.M.A.; MARINHO, J.T. de S.; VIEIRA JÚNIOR, J.R.; GONÇALVES, J.R.P.; FREITAS, A.C.R. de; TOMAZETTI, M.A. Sistemas de cultivo. In: ZILLI, J.É.; VILARINHO, A.A.; ALVES, J.M.A. **A cultura do feijão-caupi na Amazônia brasileira.** Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009. p.59-104.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. Guaíba: Agropecuária, 2000. p.21-54.
- GEPTZ, P.; FERNANDÉZ, F. **Etapas de desarrollo de la planta de frijol comum (*Phaseolus vulgaris* L.).** Cali: CIAT, 1982. 10 p. (mimeografado).
- PENGELLY, B.C.; BLAMEY, F.P.C.; MUCHOW, R.C. **Radiation interception and the accumulation of biomass and nitrogen by soybean and three tropical annual forage legumes.** Field Crops Research, v.63, p.99-112, 1999.
- SAGRI – Secretaria de Estado de Agricultura. **Evolução da safra de grãos no estado do Pará.** Belém: SAGRI, 2010. Disponível em: <www.sagri.pa.gov.br/documents/EvolucaoDaSafradeGraosnoPara.xls>. Acesso em: 10 de agosto de 2011.
- SOUSA, A.M.L. **Albedo da cultura da soja em área de avanço da fronteira agrícola na Amazônia.** R. Bras. Eng. Agríc. Amb., v.14, n.1, p.65-73, 2010.
- STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. **Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparos do solo.** Pesqui. Agropecu. Bras., Brasília, v.36, n.3, p.473-481, 2001.
- URCHEI, M.A.; RODRIGUES, J.D.; STONE, L.F. **Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional.** Pesqui. Agropecu. Bras., Brasília, v.35, n.3, p.497-506, 2000.

