



## 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*

## **Condutância estomática do feijão caupi em diferentes lâminas de irrigação nas condições meteorológicas do Nordeste Paraense<sup>1</sup>**



*Cenneya Lopes Martins<sup>2</sup>; Deborah Luciany Pires Costa<sup>3</sup>; Thaynara Fernandes Ramos<sup>4</sup>; Sueyla Malcher Bezerra<sup>5</sup>; Lucas Antonio Pinheiro Gatti<sup>6</sup>; Hamilton Ferreira de Souza Neto<sup>7</sup>; Emerson Sena Almeida<sup>8</sup>; Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza<sup>9</sup>*

<sup>1</sup> Trabalho apresentado no XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 23 a 28 agosto de 2015.

<sup>2</sup> Graduanda em agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Belém – PA, (91) 991252419, [cenneya.martins@hotmail.com](mailto:cenneya.martins@hotmail.com)

<sup>3</sup> Eng<sup>a</sup>. Agrônoma, Graduada na Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Belém – PA, [deborahpires.agro@gmail.com](mailto:deborahpires.agro@gmail.com)

<sup>4</sup> Graduanda em agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Belém – PA, [thaynara\\_amos@yahoo.com](mailto:thaynara_amos@yahoo.com)

<sup>5</sup> Graduanda em agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Belém – PA, [sueylamalcher@yahoo.com.br](mailto:sueylamalcher@yahoo.com.br)

<sup>6</sup> Graduando em agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Belém – PA, [gattilyucas@outlook.com](mailto:gattilyucas@outlook.com)

<sup>7</sup> Graduando em agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Belém – PA, [hfsn@hotmail.com](mailto:hfsn@hotmail.com)

<sup>8</sup> Graduando em agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Belém – PA, [emerson.sena.almeida@gmail.com](mailto:emerson.sena.almeida@gmail.com)

<sup>9</sup> Meteorologista, Prof<sup>a</sup>. Dr. em agrometeorologia, Dpto. de agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Belém – PA, [paulo.jorge@ufra.edu.br](mailto:paulo.jorge@ufra.edu.br)

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi quantificar valores de condutância estomática ( $g_s$ ) do feijão caupi, submetido a 4 distintos regimes hídricos nas condições meteorológicas do nordeste paraense. Para tanto, foi cultivado feijão caupi (cv. BR3 Tracuateua) em 0,5 ha. No centro da área foi instalada uma torre micrometeorológica, os dados fornecidos por esta e utilizados no estudo foram de Temperatura do ar (T), Radiação Global Incidente ( $R_g$ ) e Umidade Relativa (UR), foi utilizado ainda, o Deficit de Pressão de Vapor (DPV), calculado com dados de UR e T. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 6 blocos e 4 tratamentos, estes foram de 100% (T1), 50% (T2) e 25% (T3) da evapotranspiração da cultura (ETC) diária, sendo o quarto tratamento mantido em condições naturais (T4). O monitoramento da condutância estomática ( $g_s$ ) foi realizado no estádio fenológico R5, representando o início da fase reprodutiva, as leituras foram realizadas através de um porômetro, modelo *Type AP4* (Delta-T Devices), nos horários de 9 às 16h, foram lidos os folíolos centrais expandidos e ensolarados. Foi realizado teste de médias, em nível de 5% de probabilidade do teste de Tukey. Entre os valores de  $g_s$  houve diferença significativa nos tratamentos T1 ( $858,72 \pm 212,14 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e T4 ( $620,50 \pm 134,02 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), já entre T2 ( $742,42 \pm 173,02 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e T3 ( $692,93,93 \pm 181,03 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) não houve diferença significativa. Assim, os valores de  $g_s$  foram superiores nos tratamentos que receberam maior quantidade de água, em que o menor valor observado foi de  $439,00 \pm 147,52 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  às 9h no tratamento 0% da ETC (T4) e maior foi de  $1.263,33 \pm 621,98 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  às 14h no tratamento 100% da ETC (T1). Em geral, a  $g_s$  foi influenciada por todas as condições ambientais incluídas neste estudo, além da água no solo, o DPV foi uma das variáveis que teve forte influência na variabilidade da  $g_s$  ao longo do dia, e que indiretamente também houve influência da  $R_g$ , T e UR.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Vigna unguiculata* (L.); trocas gasosas; regime hídrico

### **Stomatal conductance of cowpea in different irrigation in weather Northeastern Pará**

**ABSTRACT** - The objective of this study was to quantify stomatal conductance values ( $g_s$ ) of cowpea, subjected to 4 different water regimes in the meteorological conditions of the northeastern Pará. For that was cultivated cowpea (cv. Tracuateua BR3) on 0,5ha, in the center of the area installed a micrometeorological tower, the data from this study were used in air temperature (T), Global Incident radiation ( $R_g$ ) and Relative Humidity (UR), we used the Vapor Pressure Deficit (DPV), calculated on

*O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

the RH and T information. The experimental design was a randomized block, with 6 blocks and 4 treatments, they were 100% (T1), 50% (T2) and 25% (T3) of crop evapotranspiration (ETC) daily, being the fourth treatment kept under natural conditions. Monitoring the stomatal conductance ( $g_s$ ) was held at growth stage R5, representing the beginning of the reproductive phase, the readings were performed with porometer, Type AP4 (Delta-T Devices) model, in times of 9 to 16h, were read expanded central leaflets and sunny. Mean test was performed at the level of 5% probability by Tukey test. Among the  $g_s$  values were no significant differences in treatments T1 ( $858,72 \pm 212,14 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) and T4 ( $620,50 \pm 134,02 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), already between T2 ( $742,42 \pm 173,02 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) and T3 ( $692,93,93 \pm 181,03 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) there was no significant difference. Thus, the  $g_s$  values were higher than in treatments with more water, wherein the lowest value was observed  $439,00 \pm 147,52 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  at 9h in the treatment 0% of the ETC (T4) and the highest was  $1.263,33 \pm 621,98 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  at 14h in the 100% ETC (T1). In general, the  $g_s$  was influenced by all environmental conditions included in this study, in addition to soil water, the DPV was one of the variables that had a strong influence on the variability over day of  $g_s$ , in which there was also indirectly influence of  $R_g$ , T and UR.

**KEYWORDS:** *Vigna unguiculata* (L.); gas exchange; water regime

## INTRODUÇÃO

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.) pertence à família *Fabaceae*, é uma cultura rústica e de grande aceitabilidade no Brasil, principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, que são as principais produtoras. Também conhecido como feijão da colônia, feijão de corda e feijão de praia, este, possui elevado valor nutricional, sendo uma excelente fonte de proteínas, carboidratos, vitaminas e minerais, além de possuir grande quantidade de fibras dietéticas (FILGUEIRAS et al., 2009).

O Pará é o quarto produtor de caupi do país, representado, principalmente, pela mesorregião do Nordeste paraense. Entretanto, nos últimos anos essa produção sofreu variações em decorrência a questões inerentes ao mercado de grãos e questões típicas de regiões cujos processos produtivos são dependentes das condições meteorológicas (FREITAS, 2012). De acordo com Pinho et al. (2005), os elementos climáticos que mais influenciam a cultura são a radiação solar, a temperatura, a luminosidade, vento e disponibilidade de água durante o período de desenvolvimento da cultura.

A produção vegetal é dependente das condições edafoclimáticas do local de cultivo. Dessa forma, é necessário ter conhecimento dos fatores que interferem no bom desenvolvimento da cultura para alcançar produções significativas. As variáveis climáticas são indispensáveis nos processos fisiológicos que produzem biomassa e, entre estes processos fisiológicos destacam-se a fotossíntese, transpiração e condutância estomática (SILVA NETO et al., 2013).

A atividade estomática é um importante fator fisiológico no controle dos processos vitais da planta, além de ser um indicador das condições hídricas do ambiente (RODRIGUES, et al., 2011). O fechamento estomático apesar de apresentar uma vantagem imediata de prevenção a desidratação do tecido, pode afetar diretamente o balanço do calor sensível sobre o vegetal, a absorção de  $\text{CO}_2$  e consequentemente a taxa fotossintética, ocasionando na redução do crescimento e desenvolvimento da planta (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Em meio as técnicas de otimização de produção destaca-se o uso de sistemas de irrigação, em que para determinação da lâmina de água aplicada é necessário ter conhecimentos agrometeorológicos. O requerimento de água do feijão caupi é variável com o seu estágio de desenvolvimento, durante a fase reprodutiva a cultura utiliza quantidade de água bem maior nos seus processos fisiológicos que nas fases anteriores (LIMA et al., 2006).

O objetivo deste estudo foi quantificar a condutância estomática do feijão caupi submetido a diferentes regimes hídricos, no estágio fenológico R5, nas condições climáticas do nordeste paraense.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Escola de Castanhal, pertencente à Universidade Federal Rural da Amazônia, município de Castanhal, nordeste paraense (01° 17' S e 47°55' W). O trabalho foi realizado entre os meses de outubro a dezembro de 2014, em uma área de aproximadamente 0,5 ha. No centro da área experimental foi instalada uma torre micrometeorológica de 3 m de altura, onde foi instalada uma estação meteorológica automática com sensores de radiação solar global incidente, temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento, e precipitação pluviométrica. Estes foram conectados a um datalogger CR10X (*Campbell Scientific*) e a um multiplexador AM416 (*Campbell Scientific*) com leituras feitas a cada 10 segundos e gravação das médias a cada 10 minutos.

O Déficit de Pressão de Vapor (DPV) foi calculado a partir dos dados de temperatura do ar e da umidade relativa, através da Equação 1. Para o cálculo de pressão de saturação de vapor d'água ( $e_s$ ), dada em kPa, foi utilizada a equação de Tetens (1930) (Eq. 2). E para o cálculo da pressão parcial de vapor d'água ( $e_a$ ), foi usada a Equação 3.

$$DPV = (e_s - e_a) \quad (1)$$

$$e_s = 0,6108 * 10^{\frac{7,5 * T}{237,3 + T}} \quad (2)$$

$$UR = \frac{e_a}{e_s} * 100 \quad (3)$$

em que,  $T$  é a temperatura média do ar (°C), e  $UR$  é a umidade relativa do ar (%).

A variedade utilizada foi a BR3 Tracueteua. O delineamento do experimento foi em blocos casualizados, em que as unidades experimentais consistiram de 6 blocos medindo 60 x 40 m, separados por uma bordadura de 2 metros, todos contendo 4 tratamentos, em que foram 100%, 50% e 25% da ETc diária, sendo o quarto tratamento mantido em condições naturais. Esses tratamentos só iniciaram no período reprodutivo da cultura, antes disso, ou seja, no período vegetativo, o plantio recebeu irrigação sem distinção.

O monitoramento da cultura foi efetuado através do Porômetro AP4. A partir deste foram coletados os dados de condutância estomática obtidos ao longo do dia (9 às 16 h) em plantas com folhas totalmente expandidas e ensolaradas. Com o objetivo de representar adequadamente as avaliações, várias plantas foram tomadas ao acaso diariamente ao longo do ciclo da cultura, onde foram realizadas as medidas na superfície dos folíolos centrais.

A avaliação do desenvolvimento fenológico foi feita por meio da escala proposta por Gepts e Fernández (1982), em que no dia (37 Dia Após Semeadura) de avaliação a cultura encontrava-se na fase reprodutiva, no estágio R5, marcado pelo aparecimento dos primeiros botões florais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No dia avaliado, 37 DAS (R5), as condições climáticas foram de  $R_g$  média de  $256,12 \pm 100,23$   $W m^{-2}$ , valor mínimo de  $88,96 W m^{-2}$  às 16h, máximo de  $387,71 W m^{-2} dia^{-1}$  às 11h. A  $T$  média foi de  $31,48 \pm 0,70$ , apresentando variação entre  $30^\circ C$  às 9h e  $32,24^\circ C$  às 15h (Figura 1a). A  $UR$  média foi de  $67,38 \pm 4,40$  %, variando de  $63,55\%$  às 15h e  $77,46\%$  às 9h, e o DPV médio foi de  $1,51 \pm 0,24$  kPa, apresenta valor mínimo de  $0,95$  kPa às 9h e máximo de  $1,75$  kPa às 15h (Figura 1b).

O valor médio de  $g_s$  no tratamento 1 (100% da ETc diária), considerado como controle, foi de  $858,72 \pm 212,14$   $mmol m^{-2} s^{-1}$ , apresentando valor mínimo de  $510,8333$   $mmol m^{-2} s^{-1}$  no horário de 9h e a máxima foi de  $1263,33$   $mmol m^{-2} s^{-1}$  às 14h. No tratamento 2 (50% da ETc diária) a  $g_s$  média foi  $742,42$

***O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros***

$\pm 173,02 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , variando entre  $439 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  às 9h e  $1000 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  às 14h. No tratamento 3 (25% da ETc diária) a *g* média foi  $692,93 \pm 181,03 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , em que apresentou variação de  $487,50 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  às 9h e a máxima foi de  $1090 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  às 14h. E por fim, tratamento 4 (0% de irrigação) a *g* média foi  $620,5 \pm 131,02 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , a *g* mínima foi de  $502 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  às 9h e a máxima foi de  $930,8333 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  às 14h (Figura 1c).

Entre os valores de *g* houve diferença significativa nos tratamentos T1 ( $858,72 \pm 212,14 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e T4 ( $620,50 \pm 134,02 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), já entre T2 ( $742,42 \pm 173,02 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e T3 ( $692,93,93 \pm 181,03 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) não houve diferença (Tabela 1). Dessa forma, a lâmina do T3 (25% da ETc) é recomendado a ser aplicada nesse estágio sem que haja prejuízos na cultura do feijão decorrentes de déficit hídrico. Os valores de *g*s foram superiores nos tratamentos que receberam maior quantidade de água, em que o menor valor observado foi de  $439,00 \pm 147,52 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  às 9h no tratamento 0% da ETC (T4) e maior foi de  $1.263,33 \pm 621,98 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  às 14h no tratamento 100% da ETC (T1) (Figura 1).

O estresse hídrico causa efeito muito variado sobre o vegetal, este depende da intensidade de estresse a que a planta foi submetida. Segundo Taiz e Zeiger (2013), em condições de estresse, o movimento estomático constitui-se num importante meio de defesa vegetal contra perdas excessivas de água e eventual morte por dessecação.

Tabela 18. Teste de médias de valores horários da Condutância estomática (*g*s) do feijão caupi submetidos a diferentes regimes hídricos, safra 2014, Castanhal, Pará.

<b>Tratamento</b>	<b>Médias de <i>g</i>s (mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>)</b>	
(T1) 100%	858,72	<b>a</b>
(T2) 50%	742,42	<b>ab</b>
(T3) 25%	692,93	<b>ab</b>
(T4) 0%	620,50	<b>b</b>

CV=44,82%

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

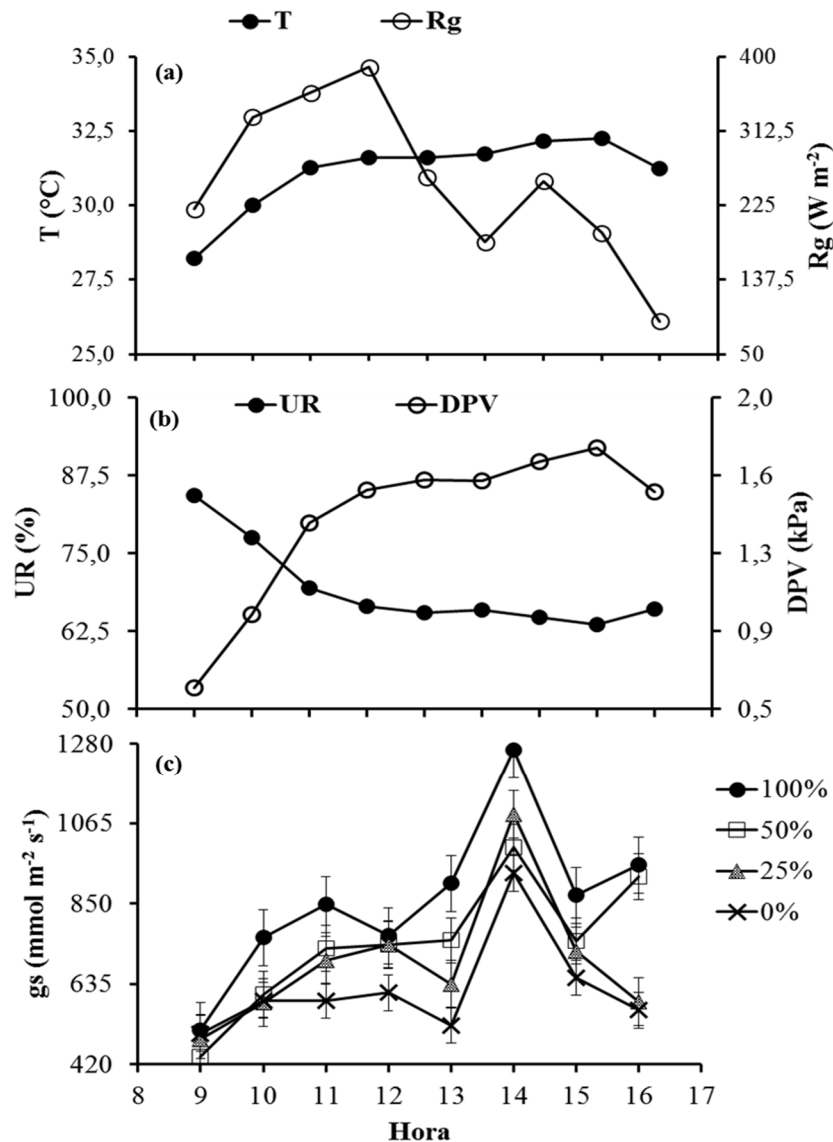


Figura 1 – Médias das variáveis meteorológicas e da condutância estomática durante 37 DAS (Dia Após Semeadura), estágio fenológico R5 do feijão caupi da safra 2014 em função das horas. Em (a) Temperatura média do ar (T) e Radiação global incidente (Rg); em (b) Umidade Relativa do ar (UR) e Déficit de Pressão de Vapor (DPV); e em (c) Condutância estomática ( $g_s$ ) do feijão caupi em diferentes regimes hídricos (100% da ETc diária-T1/Controle, 50% da ETc diária-T2, 25% da ETc diária-T3, e em condições naturais-T4).

Foi observado uma elevação da  $g_s$  à medida que a T aumentou e a Rg reduziu, apresentando nas primeiras horas de avaliação valores reduzidos e posteriormente aumentando, alcançando seus picos nos horários de 13 e 14h. A UR demonstrou uma correlação negativa com a  $g_s$  e o DPV uma correlação positiva (Figura1).

A condutância estomática aumentada confere resistência ao calor a plantas cultivadas sob ampla irrigação em um clima quente (Taiz e Zeiger, 2013). Assim, o aumento da temperatura e da DPV, e ainda a redução da UR e da Rg não aumentaram a resistência estomática do feijão caupi nas condições climáticas do nordeste paraense, provavelmente devido a disponibilidade de água no solo em todos os tratamentos. A condutância estomática mais alta acentua o resfriamento celular e reduz o hiato entre a temperatura do ar, que pode superar 40 °C, e as temperaturas ótimas para a fotossíntese foliar, que se situam habitualmente abaixo de 30 °C (Taiz e Zeiger, 2013).

O valores de  $g_{sn}$  neste estudo apresentaram a seguinte sequência: T4 (condições ambientais) < T3 < T2 < T1 (controle). Em geral, a  $g_s$  foi influenciada por todas as variáveis ambientais incluídas neste estudo, além da água no solo, o DPV foi uma das variáveis que teve forte influência na variabilidade da  $g_s$  ao longo do dia, e indiretamente também houve influência da Rg, T e UR. Devido a disponibilidade de água no solo e no ar, a condutância estomática apresentou valores mais altos nas horas mais quentes do dia, sendo pouco influenciada, portanto, pela temperatura do ar. Estatisticamente, a lâmina de 25% da ETc é a lâmina recomendada a ser aplicada para o estádio R5 do feijão caupi nas condições climáticas do nordeste paraense.

## REFERÊNCIAS

- FILGUEIRAS, G.C.; SANTOS, M.A.S.; HOMMA, A.K.O.; REBELLO, F.K.; CRAVO, M.S. **Aspectos socioeconômicos**. In: ZILLI, J.E.; VILARINHO, A.A.; ALVES, J.M.A. **A cultura do feijão caupi na Amazônia brasileira**. Boa Vista: Embrapa Roraima. 23-58p. 2009.
- FREITAS, R.M.O. **Crescimento e produção de feijão caupi sob efeito de veranico nos sistemas de plantio direto e convencional**. 2012. 86p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.
- GEPTZ, P.; FERNANDÉZ, F. **Etapas de desarrollo de la planta de frijol comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Cali: CIAT, 1982. 10p. (mimeografado).
- OLIVEIRA, F. DE A. DE; MEDEIROS, J. F. DE; OLIVEIRA, M. K. T. DE; SOUZA, A. A. T.; FERREIRA, J. A.; SOUZA, M. S. **Interação entre salinidade e bioestimulante na cultura do feijão caupi**. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.17, n.5, p.465–471, 2013.
- PINHO, J.L.N.; TÁVORA, F.J.A.F.; GONÇALVES, J. A. **Aspectos fisiológicos**. In: FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J.A.A.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão Caupi - Avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa informação Tecnológica, p.191-210. 2005.
- SILVA NETO, M.L.; SMIDERLE, O.J.; SILVA, K.; FERNANDES JÚNIOR, P.I.; XAVIER, G.R.; ZILLI, J.É. **Compatibilidade do tratamento de sementes de feijão caupi com fungicidas e inoculação com estirpes de *Bradyrhizobium***. Pesquisa agropecuária brasileira. v.48, n.1, p.80-87. 2013.
- Lima, J. R. S.; Antonino, A. C. D.; Soares, W. A.; Silva, I. F. **Estimativa da evapotranspiração do feijão-caupi utilizando o modelo de Penman-Monteith**, v.11, p.477-491, 2006.
- RODRIGUES, H. j. B.; COSTA, R. F.; RIBEIRO, J. B. M.; SOUZA FILHO, J. D. C.; RUIVO, M. L. P.; SILVA JÚNIOR, J. A. **Variabilidade sazonal da condutância estomática em um ecossistema de manguezal amazônico e suas relações com variáveis meteorológicas**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.26, n.2, 189 - 196, 2011.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.
- TETENS, O. **Ubercinigemeterologische Begriffe**. Z. Geophys., n.6, p. 297-309, 1930.