

## ESCALA DE DESENVOLVIMENTO FENOLÓGICO E EXIGÊNCIA TÉRMICA ASSOCIADA A GRAUS-DIA DO FEIJÃO-CAUPI<sup>1</sup>

JAQUELINE ZANON DE MOURA<sup>2\*</sup>, LUIS EVALDO DE MOURA PÁDUA<sup>3</sup>, SINEVALDO GONÇALVES DE MOURA<sup>2</sup>, JONNYELMA SOUSA TORRES<sup>4</sup>, PAULO ROBERTO RAMALHO E SILVA<sup>3</sup>

**RESUMO** - O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma das leguminosas mais cultivadas no mundo. Apesar da espécie ser relativamente bem estudada, há poucas informações quanto às suas fases de desenvolvimento. O conceito de tempo termal, em substituição ao do tempo cronológico, tem sido utilizado com frequência, com a vantagem de independer do local e época de semeadura. Considerando a relevância do cultivo da espécie para a agricultura no Estado do Piauí, Brasil, objetivou-se descrever as fases fenológicas da cultivar BR 17 – Gurguéia, relacionando a quantidade de graus-dia com as mesmas. O experimento foi realizado no Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI. Foi verificado que o número de estádios vegetativos é indefinido e que a variedade apresenta pelo menos seis estádios reprodutivos. O estágio vegetativo V1 (2º nó do ramo principal com folíolos completamente abertos) foi o mais longo e a partir do estágio V10 (11º nó do ramo principal com folíolos completamente abertos) ocorreu sobreposição das fases vegetativas e reprodutivas. A cultivar BR 17 – Gurguéia, em cultivo de sequeiro, necessita de 818,2 graus-dia, desde a semeadura até o início da fase reprodutiva e de 1.103,5 graus-dia da semeadura até o fim do ciclo reprodutivo, apresentando ampla adaptabilidade para o Estado do Piauí; A cultivar BR 17 – Gurguéia apresenta seis estádios reprodutivos; O estágio VE é o mais longo entre os vegetativos, e os estádios reprodutivos, individualmente, necessitam de um número maior de graus-dia que os vegetativos.

**Palavras - chave:** Cultivar BR 17 – Gurguéia. *Vigna unguiculata*. Fabaceae. Estádios fisiológicos. Fenologia.

### FENOLOGICAL DESCRIPTION, THERMAL DEMAND ASSOCIATED WITH DAY-DEGREES AND A DEVELOPMENT SCALE USED ON THE COWPEA.

**ABSTRACT** - The cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) is one of the most cultivated leguminous in the world. In spite of being a very studied species, there are theoretical models for the development for different habits of culture. The concept of thermal time, replacing the chronological time, has been used frequently, with the advantage to be independent of location and time of sowing. Considering the relevance of the activity for the State of Piauí, this work had the purpose of describing fenology of the variety BR 17 – Gurguéia, relating the number of day-degrees necessary to the development of each fenological state. An experiment was realized in the Departamento de Fitotecnia of Centro de Ciências Agrárias of Universidade Federal do Piauí, Teresina-Piauí. It was found that the number of vegetative stages is indefinite and that the variety shows at least six reproductive stages. The vegetative stage V1 (2° in the main branch with leaflets fully open) was the longest and from the stadium V10 (11° in the main branch with leaflets fully open) was overlap of vegetative and reproductive stages. The cultivar BR 17 - Gurguéia in rainfed crop, requires 818.2 degree-days from sowing until the early reproductive stage and 1103.5 degree days from planting to the end of the reproductive cycle, with wide adaptability for the State of Piauí; the cultivar BR 17 - Gurguéia presents six reproductive stages, LV the stadium is the longest among the vegetative and reproductive stages, individually, need a greater number of degree-days that the vegetation

**Keywords:** Cultivar BR 17 - Gurguéia. *Vigna unguiculata*. Fabaceae. Physiological stages. Phenology

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 25/02/2011; aceito em: 09/02/2012

<sup>2</sup>UFPI, Campus Professora Cinobelina Elvas, BR 135, Km 03, Planalto Horizonte, Bom Jesus-PI, Cep : 64.900-000; jaqueline.zanon.m@hotmail.com

<sup>3</sup>Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Piauí, Departamento de Fitotecnia. Campus da Socopo, Ininga, 64049-550, Teresina-PI, Brasil. lempadua@uol.com.br, pauloramalhofpi@hotmail.com

<sup>4</sup>Rua Nicolau Barreiras, 820, Aeroporto, Bom Jesus-PI, Cep : 64.900-000; nyelmatortes@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

A espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (Fabaceae) possui vários nomes comuns de acordo com o país ou região em que é cultivada (NRC, 2006). É uma espécie de ampla adaptação, alimento importante e componente essencial dos sistemas de produção nas regiões secas dos trópicos (SINGH et al., 2002), constituindo-se em uma das principais fontes de proteína vegetal (GRANGEIRO et al., 2005). Nutricionalmente esta espécie de feijão é superior às espécies comuns (*Faseolus vulgaris*) e possui baixo custo de produção o que a torna extremamente relevante em regiões de baixa renda (MARINHO et al., 2001).

No Brasil a espécie é cultivada predominantemente em sequeiro, por agricultores familiares, nas regiões norte e nordeste (SILVA et al., 2010, BARBOSA et al., 2010), sendo conhecida no Estado do Piauí como feijão-caupi. O rendimento médio relativamente baixo (300 a 400 kg.ha<sup>-1</sup>) (ALCÂNTARA et al., 2006; LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA, 2004). Entretanto, as evidências indicam que seu potencial genético pode ultrapassar a 6 t ha<sup>-1</sup> (FREIRE FILHO et al., 1999).

*V. unguiculata* é uma espécie relativamente bem estudada mundialmente, entretanto em relação às suas fases de desenvolvimento fenológico há poucas informações disponíveis. Os estudos sobre a fenologia de plantas contribuem para o entendimento da regeneração e reprodução das plantas, permitindo o estabelecimento de tecnologias de produção adequadas ao desenvolvimento de diversas culturas (MORELLATO, 1991).

Mafra, 1979, propôs modelos teóricos para explicar o desenvolvimento de cultivares de diferentes hábitos de crescimento. Essas escalas são importantes porque permitem relacionar a necessidade de uma prática agrônômica com determinado estágio de desenvolvimento da planta. Campos et al. (2000) definiram o ciclo fenológico em feijão-caupi em duas fases: Fase vegetativa e fase reprodutiva. Fase vegetativa: V0 – Semeadura; V1 – Os cotilédones encontram-se emergidos na superfície do solo; V2 – As folhas unifolioladas encontram-se completamente abertas, suas duas margens estão completamente separadas; V3 – A primeira folha trifoliolada encontra-se com os folíolos separados e completamente abertos; V4 – A segunda folha trifoliolada encontra-se com os folíolos separados e completamente abertos; V5 – A terceira folha trifoliolada encontra-se com os folíolos separados e completamente abertos; V6 – Os primórdios do ramo secundário surgem nas axilas das folhas unifolioladas, podendo também ser observados nas axilas das primeiras folhas trifolioladas; V7 – A primeira folha do ramo secundário encontra-se completamente aberta; V8 – A segunda folha do ramo secundário encontra-se completamen-

te aberta; V9 – A terceira folha do ramo secundário encontra-se completamente aberta; Fase reprodutiva: R1 – Surgem os primórdios do primeiro botão floral no ramo principal; R2 – Antese da primeira flor, geralmente oriunda do primeiro botão floral; R3 – Início da maturidade da primeira vagem, geralmente oriunda da primeira flor. Esse estágio é caracterizado pelo início da mudança de coloração das vagens devido ao início da secagem das mesmas; R4 – Maturidade de 50% das vagens da planta; e R5 – Maturidade de 90% das vagens da planta.

Para completar cada sub-período fisiológico as plantas requerem o acúmulo de certa quantidade de calor, expressa comumente pelo índice de graus-dia (BRUNINI et al., 1976). O conceito de tempo termal, em substituição à contagem cronológica, tem sido utilizado desde 1730 e, segundo esse conceito, as plantas crescem e desenvolvem-se à medida que acumulam unidades térmicas acima de uma temperatura base (abaixo dessa temperatura o crescimento cessa ou é reduzido). O acúmulo térmico tem sido correlacionado com a duração do ciclo vital da cultura ou com os estádios fenológicos de uma dada cultivar (MEDEIROS et al., 2000).

Reuther (1973) afirma que a soma de graus-dia necessários para a planta completar um estágio ou o ciclo vital tem sido utilizada em lugar do número de dias, e é assumido como constante e independente do local ou da época de semeadura. A dificuldade de se prever a duração do período emergência-florescimento somente em função da temperatura está relacionada a existência de outros fatores que podem influenciar o desenvolvimento da planta, como deficiência hídrica (MULLINS; STRAW, 1999), manejo do solo (STONE E SILVEIRA, 1999), adubação (TISOT et al., 2005).

No entanto, Medeiros et al. (2000), em pesquisa realizada com feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em Campinas-SP, Brasil, concluíram que as fases de desenvolvimento da cultura não são afetadas pelo manejo de água e densidade de plantas, demonstrando a efetividade do uso de graus-dia para a predição dos estádios fenológicos da cultura em diferentes ambientes.

Considerando a relevância da cultura para o Estado do Piauí e a necessidade de se melhorar a produtividade, objetivou-se descrever as fases fenológicas da cultivar de feijão-caupi BR 17-Gurguéia, amplamente cultivada e com alta aceitação de mercado na região norte e nordeste do Brasil, associada à quantidade de graus-dia necessária para o desenvolvimento de cada estágio fenológico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Estado do Piauí (05°

02,665°S e 42° 47,07'W), no período de janeiro a maio de 2006.

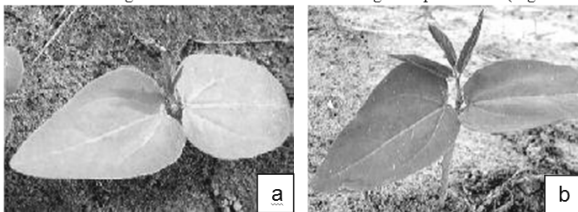
Foi utilizada a cultivar BR 17-Gurguéia, que tem como parentais as cultivares BR 10-Piauí (CNC 0434 X TvU 612) e CE 315. A área foi preparada com capina e sulcamento manual e com adubação de fundação com N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O (5-30-15) na dose de 100 kg ha<sup>-1</sup>. Durante o plantio foi incorporado ao solo o inseticida granulado carbofuran na dose de 30,77 kg ha<sup>-1</sup>, para prevenir o ataque de formigas, lagarta-elasmó e paquinhos (pragas freqüentes na área). Foi realizado ainda o controle de pragas desfolhadoras com acefato, tiometoxam e deltrametrina, de acordo com a necessidade utilizando pulverizador costal. O cultivo foi conduzido em sequeiro, tendo a região regime de chuvas equatorial marítimo.

Com auxílio de um perfurador de madeira, foram dispostos cones com 1 m de espaçamento entre fileiras e 0,125 m entre plantas e, com profundidade de plantio de 0,03 m. Aos 15 e 22 dias após plantio (DAP) foram realizadas adubações na folhagem com um complexo químico contendo macros (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) e micro-nutrientes (boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco).

Para realizar a descrição fenológica da cultivar BR 17 - Gurguéia, foi elaborada uma escala de desenvolvimento que constitui uma adaptação desta escala na cultura soja, proposta por Fehr e Caviness (1977), e de feijão-caupi, proposta por Campos et al. (2000).

Foram utilizadas diariamente 8 repetições, definidas aleatoriamente, em que cada repetição consistiu de 10 plantas distribuídas linearmente. Foram anotados, diariamente (por sessenta dias), os estádios fenológicos em que cada planta se encontrava.

Considerou-se mudança de estágio quando um novo folíolo apresentava-se completamente aberto. A escala utilizada baseou-se no surgimento de nós do ramo principal, na abertura dos folíolos da folha da axila dos respectivos nós e no surgimento e desenvolvimento dos órgãos reprodutivos (Figura 01).



**Figura 1.** (a) Estádio VC - Folíolo do segundo nó do ramo principal fechado; (b) Estádio V1 - Folíolo do segundo nó do ramo principal aberto.

Foram observados os seguintes estádios: emergência dos cotilédones (VE); primeiro nó com folhas unifolioladas (cotiledonares) abertas (VC); segundo nó do ramo principal com folíolos completamente abertos (V1); terceiro nó do ramo principal

com folíolos completamente abertos (V2); quarto nó do ramo principal com folíolos completamente abertos (V3); quinto nó do ramo principal com folíolos completamente abertos (V4); sexto nó do ramo principal com folíolos completamente abertos e surgimento do primórdio do ramo secundário (V5); sétimo nó do ramo principal com folíolos completamente abertos e, geralmente, primeira folha do ramo secundário com os folíolos completamente abertos (V6); oitavo nó do ramo principal com folíolos completamente abertos, e, geralmente segunda folha do ramo secundário com os folíolos completamente abertos (V7); nono nó do ramo principal com folíolos completamente abertos (V8); décimo nó do ramo principal com folíolos completamente abertos e, geralmente, terceira folha do ramo secundário com os folíolos completamente abertos (V9); décimo primeiro nó do ramo principal com folíolos completamente abertos, aumento considerável dos entre-nós apicais (V10); décimo segundo nó do ramo principal com folíolos completamente abertos (V11); décimo terceiro nó do ramo principal com folíolos completamente abertos (V12); décimo quarto nó do ramo principal com folíolos completamente abertos (V13); décimo quinto nó do ramo principal com folíolos completamente abertos (V14); surgimento dos primórdios florais - pré-floração (R1); surgimento da primeira flor aberta - floração (R2); surgimento da primeira vagem - pré-frutificação (R3); início do enchimento dos grãos - frutificação (R4); vagens com grãos desenvolvidos (R5); maturidade de aproximadamente 50% das vagens da planta (R6).

No início de cada estágio (exceção VE e VC) foi medida a altura do folíolo central da folha do ramo principal que apresentava maior altura em relação ao solo até o estágio V10 e, a partir deste, considerou-se a altura do ápice do ramo principal, esta característica interfere na eficiência da colheita mecanizada. Considerou-se a altura média da repetição em cada estágio vegetativo como a média aritmética das plantas contidas nela. A partir do estágio V14, os estádios vegetativos não foram mais caracterizados. Isso ocorreu devido às plantas já terem iniciado a fase reprodutiva e a manipulação das plantas para a contagem dos nós e a medição da altura poder causar abortamento de flores e botões florais, além de dificultar a observação dos estádios reprodutivos.

Para obtenção dos DAP's (Dias Após Plantio) necessários para a planta iniciar determinado estágio fenológico, e a duração dos estádios em dias, as plantas foram observadas diariamente, segundo metodologia de identificação dos estádios descrita anteriormente.

Os graus-dia necessários para o desenvolvimento de cada estágio foram calculados com a seguinte fórmula:

$$GD = \sum (T_{\max} + T_{\min})/2 - T_{\text{base}}, \text{ em que:}$$

$GD$  = total de graus-dia acumulado.

$T_{\max}$  = temperatura do ar máxima diária (°C).

$T_{\min}$  = temperatura do ar mínima diária (°C).

T<sub>base</sub> = temperatura base adotada de 10 °C como citado por Bastos et al. (2002).

Por apresentar hábito de crescimento indeterminado (a planta continua o crescimento vegetativo após início da fase reprodutiva), os estádios V11, V12 e V13 da cultivar BR 17 – Gurguéia foram desconsiderados para o cálculo dos graus-dia do estágio vegetativo, pois estes estavam sobrepostos aos estádios reprodutivos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela Tabela 1 observa-se que a cultivar BR 17 – Gurguéia necessitou de 818,2 graus-dia da semeadura até o início da fase reprodutiva (R1) aos 44,4 dias após a semeadura. Foram necessários três dias para a planta emergir ou 57,95 graus-dia. Da emergência (VE) até o início do estágio VC foram necessários 18,85 graus-dia (1 dia). Para atingir o estágio V1, as plantas demoraram mais 5 (cinco) dias ou 93,30 graus-dia.

A cultivar BR 17 – Gurguéia, levou 60 dias para maturação dos grãos (estádio R5), o que correspondeu a 1.103,5 graus-dia (Tabela 1). A partir do estágio V10 houve sobreposição das fases vegetativa e reprodutiva, ou seja, após o início do florescimento a planta continuou vegetando.

A partir de V1 as plantas se desenvolveram mais rapidamente, sendo necessários apenas três dias para completar cada estágio entre V1 e V7, o que correspondeu, em média, a 50,76 graus-dia por estágio (Tabela 1). Com exceção para V11 que necessitou de 30,03 graus-dia, ocorreram dois dias de intervalo entre os estádios V8 e V13 (33,57 graus-dia; Tabela 1). Em estudos com a cultura da soja alguns autores concluem que a variação fotossintética e respiratória da soja ocorre de acordo com seu desenvolvimento, devido à alteração na força dreno, na arquitetura e estrutura foliar (PORRAS et al., 1997; PEREIRA, 2002). Pereira (2002) observou que a taxa fotossintética da soja aumentou gradativamente do estágio vegetativo para o reprodutivo, atingindo valores máximos no período de enchimento de grãos. Efeito semelhante pode ocorrer com o feijão-caupi, justificando a aceleração do crescimento (mudança de estágio) entre os estádios vegetativos V1 e V7.

Para desenvolvimento da fase reprodutiva o *V. unguiculata* necessitou de uma quantidade de graus-dia menor, quando comparado à necessidade para desenvolvimento da fase vegetativa, corroborando com a tendência citada por Chandler Junior (1987), contudo foram necessários maior número de graus-dia por estágio. Para o completo desenvolvimento do estágio R1 foram necessários 181,13 graus-dia ou 9,13 dias e, durante o estágio R2 a planta necessitou de 73,94 graus-dia (4,13 dias; Tabela 1). A duração, em graus-dia, do estágio R3 foi de 57,83; do estágio R4 de 98,71 e, do estágio R5 de 54,81, o que corres-

pondeu a 3,25, 5,5 e 3,0 dias, respectivamente, por estágio.

**Tabela 1.** Duração média e cumulativa em dias, graus-dia e altura média das plantas por estágio fenológico no desenvolvimento de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*, (L.) Walp.), cultivar BR 17 – Gurguéia, no município de Teresina, PI.

Est	Dias		GD (°C)		Alt. P. (cm)	
	Est	Cum	Est	Cum	Est	Cum
-	3	3	57,9	57,9	-	-
VC	1	4	18,8	76,8	-	-
VE	5,2	9,2	93,3	170,1	8,9	8,9
V1	3,5	12,7	65,5	235,6	8,9	17,8
V2	3,4	16,1	57,8	293,4	3,2	21,1
V3	2,7	18,9	48,4	341,8	3,6	24,7
V4	2,6	21,5	47,7	389,5	5,2	30
V5	2,5	24	45,4	434,9	5,6	35,6
V6	2,6	26,6	47,6	482,5	5,4	40,9
V7	2,4	29	42,9	525,5	5,5	46,4
V8	2,5	31,5	43,9	569,4	5,5	51,9
V9	2	33,5	35,5	604,8	6,3	58,3
V10	1,7	35,3	32,3	637,1	6	64,2
V11	1,6	36,9	30	667,1	9,3	73,6
V12	1,5	38,4	27,8	694,9	19,3	92,9
V13	1,7	40,1	32	726,9	21,6	114,5
R1	9,1	44,4	181,1	818,2		
R2	4,1	48,5	73,9	892,2		
R3	3,2	51,8	57,8	950		
R4	5,5	57,3	98,7	1048,7		
R5	3	60,3	54,8	1103,5		

Est = Estádio; GD = Graus-dia; Cum = Cumulativo; Alt. P.= Altura da Planta; - = período entre a data de plantio e o estágio VC.

## CONCLUSÕES

A cultivar BR 17 – Gurguéia, em cultivo de sequeiro, necessita de 636,81 graus-dia, desde a semeadura até o início da fase reprodutiva e de 1.103,54 graus-dia da semeadura até o fim do ciclo reprodutivo, apresentando ampla adaptabilidade para o Estado do Piauí;

A cultivar BR 17 – Gurguéia apresenta seis estádios reprodutivos;

O estágio VE é o mais longo entre os vegetativos, e os estádios reprodutivos, individualmente, necessitam de um número maior de graus-dia que os vegetativos.

## REFERÊNCIAS

ALCANTARA, R. M. C. M. et al. **Inoculação de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) com**

- rizóbio BR 3267 em Teresina, PI.** In: Congresso Nacional de Feijão-Caupi, 1., 2006, Teresina. Anais... Teresina: Embrapa, 2006. Disponível em <<http://www.cpamn.embrapa.br/anaisconac2006/resumos/MI07.pdf>>. Acesso em 10 de jan. 2012.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de et al. **Feijão-caupi: avanços tecnológicos.** Brasília, Brasil: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 369-400.
- BARBOSA, M. S. et al. Análise socioeconômica e tecnológica da produção de feijão-caupi no município de Tracuateua, Nordeste Paraense. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, Belém, v. 5, n. 10, p. 7-25, 2010.
- BASTOS, E. A. et al. Parâmetros de crescimento do feijão caupi sob diferentes regimes hídricos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 22, n. 1, p. 43-50, 2002.
- BRUNINI, O. et al. Temperatura – Base para a alface “White Boston”, em um sistema de unidades térmicas. **Bragantia**, Campinas, v. 35, n. 19, p. 214-219, 1976.
- CAMPOS, F. L. et al. Ciclo fenológico em caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp): Uma proposta de escala de desenvolvimento. **Revista Científica Rural**, v. 5, n. 2, p. 110-116, 2000.
- CHANDLER JUNIOR, R. F. An analysis of factors affecting rice yield. **Newsletter**, Taipei, v. 19, p. 23-41, 1987.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development.** Special Report, 8. Iowa State University, Ames, USA, 1977.12 p.
- FREIRE FILHO, F. R. et al. Melhoramento genético de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] na região do Nordeste. In: QUEIROZ M. A. et al. **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro.** (on line Versão 1.0). Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido; Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Nov. 1999. Disponível em: <<http://www.cpatas.embrapa.br/catalogo/livrorg/caupinordeste.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2012.
- FREIRE FILHO, F. R. et al. **BR 17 – Gurguéia:** Nova cultivar de caupi com resistência a vírus para o Piauí. Teresina: EMBRAPA-CPAMN. 1994. 6 p. (Comunicado Técnico, 61)
- GRANGEIRO, T. B. et al. Composição bioquímica da semente. In: FREIRE FILHO, F. R. et al. **Feijão-caupi: avanços tecnológicos.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 338-365.
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento sistemático da produção agrícola.** Rio de Janeiro: IBGE, v. 5-16, 1993-2004.
- MAFRA, R. C. **Contribuição ao estudo da cultura do "feijão-de-corda", fisiologia, ecologia e tecnologia da produção.** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP. 1979,39 p.
- MARINHO, J. T. S. et al. **Caracterização de cultivares de Caupi (*Vigna unguiculata*), em plantios no Acre.** Rio Branco – Embrapa Acre 2001, 13p. (Boletim de Pesquisa n. 31).
- MEDEIROS, G. A. de et al. Crescimento vegetativo e coeficiente de cultura do feijoeiro relacionados a graus-dia acumulados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 9. p. 1733-1742, 2000.
- MORELLATO, L. P. C. **Fenologia de árvores, arbustos e lianas em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil.** Campinas, 1991. 176 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biologia, Universidade de Campinas.
- MULLINS, C. A.; STRAW, R. A. “*Determining optimum maturity of bush romano beans for machine harvest*”. **HortTechnology**, v. 9, n. 3, p. 448-451, 1999.
- NRC. National Research Council. **Lost Crops of Africa: Volume II: Vegetables.** Washington, DC: The National Academies Press, 2006. Disponível em: [http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=11763](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=11763). Acesso: 09 de janeiro de 2012.
- PEREIRA, C. R. **Análise do crescimento e desenvolvimento da cultura de soja sob diferentes condições ambientais.** Viçosa, 2002. 282 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa.
- PORRAS, C. A; CAYÓN, D. G.; DELGADO, O. A. Comportamiento fisiológico de genótipos de soya en diferentes arreglos de siembra. **Acta Agronomica**, v. 47, n. 1, p. 9-15, 1997.
- REUTHER, W. Climate and citrus behavior. In: REUTHER, W. (Ed). **The citrus industry.** Riverside: UCA Press, 1973. p. 280-337.
- SILVA, A. J. da et al. Resposta do feijão-caupi à doses e formas de aplicação de fósforo em Latossolo Amarelo do Estado de Roraima. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40. n. 1, p. 31-36, 2010.
- SINGH, B. B. et al. Recent progress in cowpea breeding. In: FATOKUN, C.A. et al. **Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production.** Ibadan: IITA, 2002. p. 22-40.

STONE, L. F., SILVEIRA, P. M. “Efeitos do sistema de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento do feijoeiro”. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 83-91, 1999.

TISOT, D. A. et al. “Modelos referentes ao padrão de variação temporal dos componentes de produtividade da cultura do feijão caracterizado por graus-dia”. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 13, n. 1, p. 81-89, 2005.