



ISSN 0104-866X
Dezembro, 2001

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Avanços Tecnológicos no Feijão Caupi

V Reunião Nacional de Pesquisa de Caupi
4 a 7 de dezembro de 2001

Anais

Organizadores:

Francisco Rodrigues Freire Filho
Embrapa Meio-Norte

Valdenir Queiroz Ribeiro
Embrapa Meio-Norte

Aderson Soares de Andrade Júnior
Embrapa Meio-Norte

Edson Alves Bastos
Embrapa Meio-Norte

Embrapa Meio-Norte

Teresina, PI

2001

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Meio-Norte

Av. Duque de Caxias, 5650

Telefone: (86) 225-1141

Fax: (86) 225-1142. E-mail: publ@cpann.embrapa.br.

Caixa Postal 01

CEP 64006-220 Teresina, PI

Tratamento editorial: Lígia Maria Rolim Bandeira

Normalização bibliográfica: Jovita Maria Gomes Oliveira

Capa: Célio Marcos Martins de Oliveira

Tiragem: 600 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação aos direitos autorais (Lei nº 9.610)

CIP - Cotação na publicação
Embrapa Meio-Norte

Reunião Nacional de Pesquisa de Caupi, (5.: 2001. Teresina). Anais da 5ª
Reunião Nacional de Caupi [Organização de] Francisco Rodrigues
Freire Filho... [et al.]. Teresina, PI. Embrapa Meio-Norte, 2001.
343 p.; 28 cm - (Embrapa Meio-Norte. Documentos,
ISSN 0104-866X; 56)

I. Caupi, Tecnologia. 2. Feijão de corda - Tecnologia.
I. Freire Filho, Francisco Rodrigues. II Título. III Título: Avanço
Tecnológicos no Feijão Caupi. IV Série.

CDD. 635.6592063-21. ed

©Embrapa 2001

SIMULAÇÃO DO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO FEIJÃO CAUPI NA MICRORREGIÃO DO BAIXO PARNAÍBA, PIAUÍ¹

E. A BASTOS², M. V. FOLEGATTI³ A. S. de ANDRADE JÚNIOR⁴, M. J. CARDOSO⁴ e F. B. MELO⁴

Resumo - O modelo CROPGRO, do sistema DSSAT foi adaptado para simular o crescimento e desenvolvimento do feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) nas condições de solo e clima da microrregião do Baixo Parnaíba, Estado do Piauí. No modelo CROPGRO, foram modificados apenas parâmetros que definem os arquivos de espécie, de cultivar e de ecótipo, visando caracterizar a cultura do feijão caupi. Estas informações foram obtidas a partir da literatura e de resultados de pesquisas conduzidas na Embrapa Meio-Norte, no município de Parnaíba, Piauí, durante os anos de 1997 a 1998. Também foram criados arquivos contendo as características de solo e de clima do referido local. Para calibrar o modelo, utilizaram-se experimentos cujos tratamentos consistiram na aplicação de diferentes lâminas de irrigação. Nesses experimentos, avaliaram-se a matéria seca acumulada (MS), o índice de área foliar (IAF), os componentes de produção e a produtividade de grãos da cultivar BR 14 Mulato. Os resultados evidenciaram ajustes satisfatórios do modelo na estimativa da MS e do IAF, constatados pelos elevados valores de r^2 (em média, 0,95 para MS e 0,97 para o IAF) e baixos valores de erro absoluto médio (EAM) (em média, 264,9 kg.ha⁻¹ para a MS e 0,22 para o IAF). A diferença entre os valores observados e simulados da fenologia da planta variou de 0 a 3 dias. O modelo também apresentou uma boa performance nas simulações dos componentes de produção, exceto para o peso de 100 grãos, cujos erros de estimativa variaram de 20,9 a 34,3%. Considerando os valores médios de produtividade de grãos dos dois anos, o modelo apresentou um erro de 5,6%. Concluiu-se que o CROPGRO-cowpea simula satisfatoriamente o crescimento e desenvolvimento do feijão caupi para as condições de solo e clima da microrregião do Baixo Parnaíba, Piauí.

Palavras-chave: Modelagem, DSSAT, *Vigna unguiculata*

SIMULATION OF THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF COWPEA IN BAIXO PARNAÍBA REGION, BRAZIL

Abstract - The CROPGRO model, which is part of DSSAT system, was adapted for simulating the growth and development of the cowpea crop for Baixo Parnaíba region, Brazil. In the CROPGRO, only input parameters that define a crop species, cultivars, and ecotype were changed in order to characterize cowpea crop. Soil and climate files were created for the site considered. Experiments with different irrigation depth were used to calibrate this model. In these experiments, dry matter (DM), leaf area index (LAI), yield components and grain yield of cowpea (cv. BR 14 Mulato) were evaluated. The results showed good fit for DM and LAI estimates for the years considered. The medium values of r^2 and medium absolute error (MAE) were, respectively, 0.95 and 264.9 kg.ha⁻¹ for DM and 0.97 and 0.22 for LAI. The difference between observed and simulated values of plant phenology varied from 0 to 3 days. The model also presented good performance for yield components simulation, excluding 100 grain weight, for which the error ranged from 20.9 to 34.3%. Considering the average for the years studied, the model presented a error from 5.6%. The results showed that the CROPGRO-cowpea model simulates the growth and development of cowpea crop with reasonable accuracy for the soil and climate conditions of Baixo Parnaíba region.

Keywords: Modeling, DSSAT, *Vigna unguiculata*.

Introdução

No Brasil, o feijão caupi é cultivado, predominantemente, para produção de grãos nas regiões de climas quentes do Norte e Nordeste, constituindo a principal cultura de subsistência no sertão semi-árido brasileiro. Entretanto, apesar da sua grande importância para a região, o feijão caupi apresenta produtividade média de grãos em torno de 300 kg.ha⁻¹ (Cardoso et al., 1995), estando muito aquém do potencial produtivo da cultura.

¹Parte da tese de doutorado do primeiro autor

²Embrapa Meio-Norte/UEP de Parnaíba, Caixa Postal 341, CEP 64.202-020 Teresina, PI.

Edson@cpamn.embrapa.br

³DER/ESALQ/USP, Caixa Postal 09, CEP 13.418-900, Piracicaba, SP. E-mail:mvfolega@carpa.ciagri.usp.br

⁴Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal 01, CEP 64.006-220, Teresina, PI.

A recomendação de novas técnicas visando o aumento da produtividade de uma cultura demanda muito tempo e recursos, uma vez que qualquer tecnologia de cultivo necessita ser avaliada em vários locais para se tornar uma prática de uso generalizado. Uma alternativa, para tal avaliação, é o uso de modelos de simulação, que estimam a produtividade da cultura sob diversas condições ambientais. A grande vantagem desses modelos é a obtenção de resultados de forma rápida e com baixo custo, além de poder auxiliar eficientemente o empresário em um planejamento e manejo agrícola que proporcionem melhores rendas líquidas.

Dentre os modelos presentes na literatura, destaca-se o DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer), que é um sistema computacional, que inclui um conjunto de modelos de crescimento de culturas e que tem sido aplicado eficientemente em todo o mundo por pesquisadores, extensionistas e produtores rurais. Assim, tem-se constituído em uma ótima alternativa para obtenção de informações que auxiliam no planejamento e manejo da produção agrícola.

No Brasil não existem modelos para a cultura do feijão caupi e dada sua importância para o país, especialmente para as regiões Nordeste e Norte, o presente estudo objetiva adaptar o modelo CROPGRO, do sistema DSSAT, para simular o crescimento e desenvolvimento do feijão caupi nas condições edafoclimáticas da microrregião do Baixo Parnaíba, Piauí, de tal forma a possibilitar a obtenção de informações sobre o manejo adequado da referida cultura.

Material e Métodos

O modelo CROPGRO-cowpea foi elaborado para simular o crescimento e desenvolvimento do feijão caupi. O referido modelo foi criado com a mesma estrutura do CROPGRO, descrito por Tsuji et al. (1994) e Boote et al. (1998a, 1998b). Para tanto, foram modificados, no CROPGRO, alguns parâmetros que definem os arquivos de espécie (.SPE), de cultivar (.CUL) e de ecótipo (.ECO) (Bastos, 1999), visando caracterizar a cultura do feijão caupi. Essas informações foram obtidas a partir da literatura e de resultados de pesquisas conduzidas na Embrapa Meio-Norte, no município de Parnaíba, PI (3° 5' S; 41° 47' W e 46,8 m), durante os anos de 1997 e 1998.

Os arquivos relacionados com a planta de feijão caupi foram criados modificando-se os arquivos originais do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), que é uma das leguminosas integrantes do CROPGRO. As informações referentes aos tratamentos culturais (manejo de irrigação e de fertilizantes), data de semeadura, densidade de plantas e profundidade de plantio, aplicadas nos experimentos, foram armazenadas em arquivos do tipo X e estão descritas em Bastos (1999).

Os experimentos utilizados na calibração do CROPGRO-cowpea consistiram na aplicação de quatro diferentes lâminas de irrigação (Tabela 1), onde foram avaliados o crescimento, componentes de produção e produtividade de grãos do feijão caupi, cv. BR 14 - Mulato.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, em parcelas subdivididas com cinco repetições. As parcelas possuíam área de 76,8m² (6,0m x 12,8m) e as subparcelas (em número de quatro por parcela) tinham dimensões de 6,0m x 3,2m.

TABELA 1. Lâminas de irrigação aplicadas nos diferentes tratamentos com o feijão caupi, cv. BR 14 - Mulato, no município de Parnaíba, PI.

Ano	Lâminas (mm)			
	L1	L2	L3	L4
1997	455	330	274	190
1998	449	429	317	194

¹Valores em negrito correspondem aos tratamentos utilizados na calibração do modelo.

O modelo CROPGRO-cowpea foi calibrado com base no tratamento L2, que proporcionou maior produtividade de grãos. Este procedimento foi adotado uma vez que, durante a fase de calibração, deve-se executar simulações considerando-se condições ótimas de solo e clima, sem ocorrência de estresse hídrico ou nutricional.

Durante a calibração foram atribuídos valores aos parâmetros da planta e o modelo foi executado várias vezes até que os valores simulados de fenologia, matéria seca (MS), índice de área foliar (IAF), componentes de produção e produtividade de grãos estivessem bem próximos dos observados.

Para aferir o desempenho do modelo, utilizou-se o método gráfico. Plotou-se os valores observados e simulados do IAF e MS acumulada versus tempo, utilizando-se o coeficiente de determinação (r^2) e o erro absoluto

médio (EAM), como critério estatístico. Para os dados de componentes de produção e produtividade de grãos do feijão caupi, calculou-se o percentual da diferença entre os valores observados e simulados.

Resultados e Discussão

Verificou-se um bom desempenho do modelo nas simulações dos eventos fenológicos (Tabela 2), especialmente no ano de 1997, apresentando uma diferença máxima entre os valores observados e simulados de maturidade fisiológica de dois dias. No ano de 1998, os valores experimentais indicaram uma redução do ciclo da cultura de cinco dias de um ano para outro, o que não foi caracterizado pelo modelo. Ressalta-se que o valor observado de 63 dias para completar a maturidade fisiológica é atípico para o município de Parnaíba, indicando a possibilidade de ter ocorrido algum erro de observação em relação a essa variável.

TABELA 2. Valores dos eventos fenológicos da cv. BR 14 Mulato, durante a calibração do modelo CROPGRO-cowpea em Parnaíba, Piauí, nos anos de 1997 e 1998.

Eventos (dias)	1997			1998		
	Simulado	Observado	Diferença (dia)	Simulado	Observado	Diferença (dia)
1ª flor	42	42	0	42	40	2
1ª vagem	45	45	0	45	43	2
1ª semente	49	49	0	49	47	2
Maturidade fisiológica	66	68	-2	66	63	3

Os dados observados de matéria seca (MS) do feijão caupi foram comparados com os valores estimados pelo modelo CROPGRO-cowpea no município de Parnaíba, Piauí (Figura 1). De um modo geral, percebe-se que o modelo apresentou boas estimativas da biomassa, a julgar pelos elevados coeficientes de determinação (r^2), que variaram de 0,92 a 0,98 e pelos valores relativamente baixos do erro absoluto médio (EAM), que variaram de 204,3 a 325,6 kg ha⁻¹ (Figura 1). Durante a fase vegetativa, que se estende aproximadamente até os 40 dias após a semeadura, verifica-se que os valores estimados de MS foram quase exatos para os dois anos estudados. No entanto, durante o período reprodutivo, as diferenças entre os valores observados e simulados foram maiores. Nessa fase, surgem as flores, vagens e sementes, o que torna o sistema mais complexo e mais difícil de ser representado com precisão pois, a partição dos fotoassimilados, antes direcionada apenas para raízes, folhas e colmos, tem de ser alocada também aos órgãos reprodutivos. Com isso, aumenta-se a possibilidade de erros.

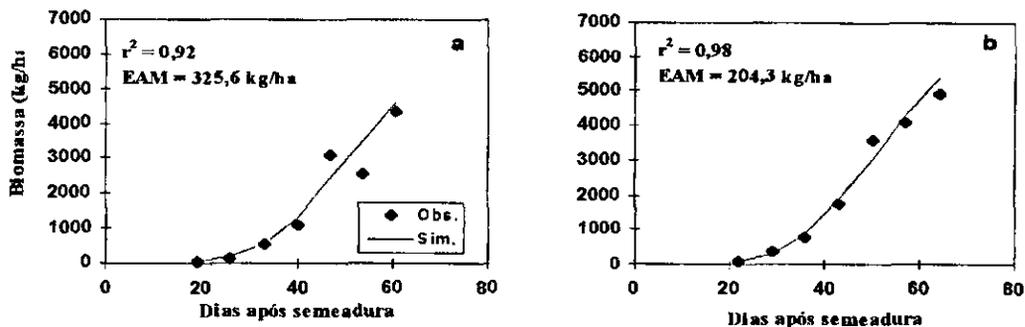


Figura 1. Valores de biomassa observados e simulados pelo CROPGRO-cowpea, cv. BR 14 Mulato, no município de Parnaíba, PI, durante os anos de 1997 (a) e 1998 (b).

Os valores de índice de área foliar (IAF) observados e simulados estão apresentados na Figura 2. O modelo mostrou uma excelente performance na estimativa do IAF, o que pode ser constatado pelo elevado r^2 (0,97) e pelos baixos valores de EAM (0,16 a 0,28). De um modo geral, percebe-se que os valores de IAF foram muito pequenos (< 0,25) até os 25 dias após a semeadura, indicando uma lenta taxa de crescimento da cultura nessa fase inicial. Esta característica é comum no feijão caupi conforme verificado por Littleton et al. (1979); Castro et al. (1984) e Sivakumar et al. (1996). Em seguida, constata-se um crescimento vegetativo acelerado, com valores máximos de

IAF variando entre 3 e 4,3 de acordo com o local, cultivar e ano considerados. Os elevados IAFs indicam um crescimento vegetativo intenso devido, principalmente, ao fato de não ter ocorrido déficit hídrico em nenhuma fase do desenvolvimento da cultura.

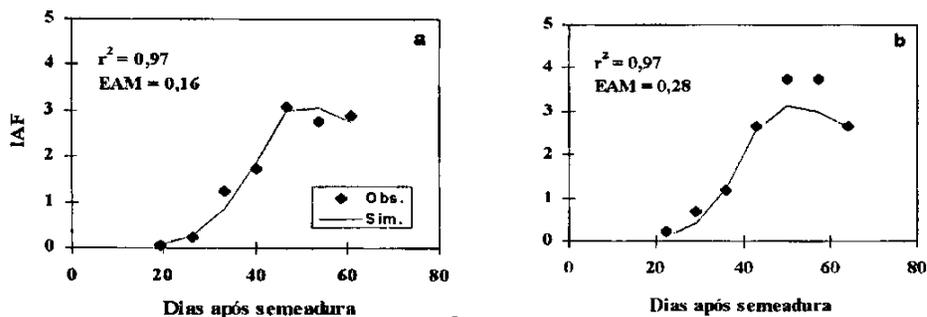


Figura 2. Valores de índice de área foliar (IAF) observados e simulados pelo CROPGRO-cowpea, cv. BR 14 Mulato, no município de Parnaíba, PI, durante os anos de 1997 (a) e 1998 (b).

Os valores observados e simulados dos componentes de produção da cultura do feijão caupi estão apresentados na Tabela 3. Verifica-se erros relativamente altos na estimativa do peso de 100 grãos (P100G), especialmente no ano de 1998. Nesse ano, em consequência das temperaturas mais elevadas, as diferenças entre os valores experimentais e estimados foram de 34,3%. Segundo Shouse et al. (1981), o P100G reflete a relação entre suprimento e demanda. Quando o P100G é reduzido, há um indicativo de que a produção foi limitada na fonte. Os autores constataram que esta redução é provocada pelo estresse hídrico sobre a fotossíntese, que prejudica a translocação dos fotoassimilados para os grãos. No presente trabalho, como não houve restrição hídrica nas simulações, acredita-se que as subestimativas em relação ao P100G, principalmente no ano de 1998, foram devidas ao estresse térmico, uma vez que, para o modelo, a taxa de crescimento reprodutivo, bem como a translocação de fotoassimilados, são bastante pequenas à temperatura muito elevada.

Em relação ao número de vagens por planta (NVP), os erros de estimativa foram de 3,6% em 1997 e 8,0% em 1998 (Tabela 3). Isso mostra um bom ajuste do modelo CROPGRO-cowpea, uma vez que o NVP é o componente que mais influencia na produção final de grãos. Quanto ao número de grãos por vagem (NGV), nota-se que o modelo apresentou excelentes ajustes, com erros de estimativa variando de 10,7 a 10,9 (Tabela 3). Pelos resultados observados e simulados do NGV, constatou-se que essa variável apresentou pequena variação ao longo dos anos, mesmo com o estresse térmico ocorrido em 1998. Dessa forma, pode-se inferir que o NGV é pouco afetado pela ocorrência de elevadas temperaturas do ar.

Os valores das produtividades de grãos (PG) são mostrados na Tabela 4. Em 1997, foram obtidos os melhores ajustes em relação à PG, com subestimativa de apenas 2,0%. Em 1998, houve um atraso na sementeira (31/07/98) em relação ao ano anterior (20/06/97). Isto fez com que o florescimento (± 43 dias) do feijão caupi cultivado naquele ano coincidissem com um período de elevadas temperaturas do ar (35°C), o que provavelmente contribuiu para que a PG experimental fosse reduzida de 2.189 para 1.924 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (12%). O modelo CROPGRO-cowpea apresentou a mesma tendência, porém com uma redução um pouco maior (19%). A diminuição da produtividade de grãos devido às temperaturas muito elevadas ($>33^{\circ}\text{C}$) é comum na cultura do feijão caupi (Shouse et al., 1981; Sivakumar et al., 1996; Craufurd et al., 1998).

TABELA 3. Valores observados e simulados dos componentes de produção da cv. BR 14 - Mulato, na fase de calibração do modelo CROPGRO-cowpea para o município de Parnaíba, Piauí, nos anos de 1997 e 1998.

Componentes de produção ¹	Ano	Valores		Diferença (%)
		Simulado	Observado	
P100G	1997	11,0	13,9	-20,9
P100G	1998	8,6	13,1	-34,3
NVP	1997	19,3	20,0	-3,6
NVP	1998	16,2	14,9	8,0
NGV	1997	15,5	14,0	10,7
NGV	1998	15,5	17,4	-10,9

¹ P100G: Peso de 100 grãos; NVP: número de vagens por planta e NGV: número de grãos por vagem

TABELA 4. Valores observados e simulados da produtividade de grãos da cv. BR 14 Mulato, na fase de calibração do modelo CROPGRO-cowpea para o município de Parnaíba, Piauí, nos anos de 1997 e 1998.

Ano	Produtividade de grãos (kg.ha ⁻¹)		
	Simulado	Observado	Diferença (%)
1997	2.144	2.189	- 2
1998	1.736	1.924	-9,8
Média	1.940	2.056	-5,6 ¹

Conclusão

O modelo CROPGRO-cowpea simula satisfatoriamente o crescimento e o desenvolvimento do feijão caupi, para as condições de solo e clima da microregião do Baixo Parnaíba, Piauí.

Referências

- BASTOS, E.A. **Adaptação do modelo CROPGRO para simulação do crescimento e desenvolvimento do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) sob diferentes condições hídricas, no Estado do Piauí.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1999. 91 p. Tese de doutorado.
- BOOTE, K.J.; JONES, J.W.; HOOGENBOOM, G. Simulation of crop growth: CROPGRO model. In: PEART, R.M.; CURRY, R.B. (Ed.) **Agricultural systems modeling and simulation.** New York: Marcel Dekker, 1998a. p.651-691.
- BOOTE, K.J.; JONES, J.W.; HOOGENBOOM, G.; PICKERING, N.B. The CROPGRO model for grain legumes. In: TSUJI, G.Y.; HOOGEBOOM, G.; THORNTON, P.K. (Ed.) **Understanding options for agricultural production.** Dordrecht: Kluwer, 1998b. p.99-128.
- CARDOSO, M.J.; ANDRADÉ JÚNIOR, A.S.; MELO, F.B.; FROTA, A.B. **Avaliação agroeconômica da produção de sementes de caupi sob irrigação.** Teresina: Embrapa-CPAMN, 1995. 6p. (Embrapa-CPAMN. Comunicado Técnico, 62).
- CASTRO, P.R.C; BERGAMASCHI, H.; SILVEIRA, J.A.G.; MARTINS, P.F.S. Desenvolvimento comparado de três cultivares de caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, v.41, n.2, p.555-584, 1984.
- CRAUFURD, P.Q.; BOJANG, M.; WHELER, T.R.; SUMMERFIELD, R.J. Heat tolerance in cowpea: effect of timing and duration of heat stress. **Annals of Applied Biology**, v.133, p.257-267, 1998.
- LITTLETON, E.J.; DENNET, M.D.; ELSTON J.; MONTEITH, J.L. The growth and development of cowpeas (*Vigna unguiculata*) under tropical field conditions - I. Leaf area. **Journal of Agricultural Science**, v.93, p.291-307, 1979.
- SHOUSE, P.; DASBERG, S.; JURY, W.A. STOLZY, L.H. Water deficit effects on water potential, yield and water use of cowpeas. **Agronomy Journal**, v.73, p.333-336, 1981.
- SIVAKUMAR, M.V.K.; NTARE, B.R.; ROBERTS, J.M. Growth, yield and plant-water relations of four cowpea (*Vigna unguiculata*) cultivars in the Sahel. **Journal of Agricultural Science**, v.126, p.183-190, 1996.
- SUMMERFIELD, R.J.; MINCHIN, F.R.; ROBERTS, E.H.; HADLEY, P. Cowpea. In: SYMPOSIUM ON POTENTIAL PRODUCTIVITY OF FIELD CROPS UNDER DIFFERENT ENVIROMENTS, Los Baños, 1980. **Proceedings.** Los Baños: IRRI, 1983. p.249-280.
- TSUJI, G.Y.; UEHARA, G.; BALAS, S. (Ed.) **DSSAT v3.** Honolulu: University of Hawaii, 1994. 3v.