

# ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE DO FEIJÃO CAUPI NO MUNICÍPIO DE JUAZERIO-BA MEDIANTE CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS UTILIZANDO O MODELO DSSAT

JOÃO HUGO B. DA C. CAMPOS<sup>1</sup>, VICENTE DE P. R. DA SILVA<sup>2</sup>, LINCOLN E. DE ARAÚJO<sup>3</sup> & MADSON T. SILVA<sup>4</sup>

1 Doutor em Recursos Naturais, Professor Visitante da Universidade Estadual da Paraíba, CCTS/UEPB, Araruna – PB. E-mail: jhugocampos@yahoo.com.br.

2 Doutor em Agrometeorologia, Professor Associado, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas - UACA/CTRN/ UFCG, Campina Grande – PB. E-mail: vicente@dca.ufcg.edu.br

3 Professor Doutor da Universidade Federal da Paraíba. Campus IV, Rio Tinto - PB. E-mail: lincolneloi@yahoo.com.br.

4 Aluno do Programa de Pós-graduação em Meteorologia UFCG. Bolsista de Doutorado do CNPq. E-mail: madson\_tavares@hotmail.com

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES.

**RESUMO:** Este estudo avalia os impactos das alterações climáticas sobre a produtividade do feijão caupi cultivado no município de Juazeiro - BA, com base nos relatórios do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Os dados utilizados no estudo foram séries históricas de temperaturas máxima e mínima do ar, precipitação pluvial e radiação solar com 31 anos de dados diários. Os cenários de aumento na temperatura do ar utilizados nas simulações foram de 1,5; 3 e 5 °C. Os resultados indicam que o aumento na temperatura do ar pode afetar significativamente a produtividade da cultura de feijão caupi em Juazeiro- BA. Portanto, é importante que variedades dessas culturas mais resistentes a altas temperaturas sejam desenvolvidas visando enfrentar a problemática do aquecimento. Os resultados ainda indicam que existe considerável diferença entre os três cenários de aquecimento e as condições climáticas atuais em termos dos efeitos projetados da variação de temperatura sobre a produtividade do feijão na região de estudo. Mediante os cenários de aquecimento, o tamanho da estação de cultivo será significativamente reduzida como consequência do decréscimo em área agricultável com a cultura de feijão. A época de semeadura de janeiro a março se apresenta menos afetada pelos cenários de aquecimento do que a semeadura nos meses de novembro e dezembro ou de abril e maio, provavelmente em face da regularidade dos padrões da ITCZ na maior parte do NEB..

**Palavras-chave:** Temperatura do ar, produtividade e mudanças climáticas.

**ABSTRACT:** This study assesses the impacts of climate change on the yield in cowpea grown in Juazeiro -BA, based on the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) reports. The data used in the study were time series of maximum and minimum temperatures of air, rainfall and solar radiation with 31 years of daily data. The scenarios analyzed were of increases in air temperature of 1.5, 3 and 5 °C. The results indicate that the increase in air temperature can significantly affect the yield of cowpea in Juazeiro-BA. Therefore, it is important that varieties of these crops more resistant to high temperatures to be developed in order to face the problem of global warming. The results also indicate that there is considerable difference between the three warming scenarios and current weather conditions in terms of the projected effects of temperature change on the productivity of beans in the study region. Through the warming scenarios, the size of the growing season will be significantly reduced as a result of the decrease in arable land with the cultivation of beans.. The sowing date from January to March appears to be less affected by warming scenarios than sowing in November and December or April and May, probably due to the soil conditions and regularity of seasonal ITCZ patterns in most of northern NEB.

**Keywords:** Air temperature, yield and climate change.

---

## 1. INTRODUÇÃO

A agricultura de sequeiro no Nordeste do Brasil, em especial, na parte semiárida, continua sendo praticada por pequenos agricultores, em grande parte, sem qualquer tecnologia ou insumos. Nessa região, além das adversidades climáticas, os solos apresentam grande variabilidade quanto aos tipos e associações, sendo os de maior fertilidade natural e com melhor potencial de utilização agrícola localizados em áreas calcárias, do embasamento cristalino e em faixas de deposição aluvial. Com precipitação pluvial em torno da normal climatológica, é possível o cultivo de milho, feijão, mandioca, algodão e batatinha, dentre outras culturas tradicionalmente cultivadas na região. A cultura do feijão caupi (*Vigna unguiculat L.*) tem grande valor sócio econômico para a região Nordeste do Brasil. A área plantada de feijão na região é de 1.205.839 ha, que corresponde a 94,40% da área total plantada do país e a produção é de 412.458 ton, que corresponde a 87,73% da produção total de feijão caupi no Brasil (CONAB, 2005).

No Brasil, poucos estudos sobre a fisiologia do feijão caupi têm sido conduzidos com a finalidade de se verificar a resposta dessa cultura aos fatores climáticos. A maioria dessas informações é obtida por meio de trabalhos realizados em outros países. Dentre os elementos de clima conhecidos, destacam-se a precipitação pluvial e a temperatura do ar que, por intermédio do zoneamento de risco climático, possibilitam verificar a viabilidade e a época adequada para a implantação da cultura do feijão caupi. Outros elementos do clima que exercem influência no crescimento e desenvolvimento dessa cultura são o fotoperíodo, vento e radiação solar (Maia, 1996).

O clima é o fator que oferece os maiores desafios para o correto manejo das culturas. Para que haja crescimento e desenvolvimento das plantas, é necessário que os elementos do clima, tais como temperatura média (diurna e noturna), precipitação pluvial e radiação solar satisfaçam as exigências da cultura (Fancelli & Dourado-Neto, 2000). Segundo Wutke et al. (2000), a produção agrícola está diretamente ligada às condições climáticas podendo, desde a época do plantio até a colheita, ser substancialmente afetada por elas. O manejo racional por meio da implementação de técnicas conservacionistas do solo e da água é imprescindível para a sustentabilidade, de forma a manter esses recursos com qualidade e quantidade suficientes para a manutenção de níveis satisfatórios de produtividade.

Os impactos das mudanças climáticas globais no Brasil foram apresentados pelo Ministério do Meio Ambiente, em um livro que relata uma revisão dos estudos e projeções do clima futuro (Marengo, 2006) e em estudos divulgados pelo Greenpeace. Esses trabalhos, juntamente com as projeções climáticas para o futuro derivadas dos modelos climáticos do IPCC, projetam para o semiárido brasileiro um aumento na temperatura do ar de 2 a 5°C até o final do Século XXI. Nesse, em particular, alguns modelos climáticos projetam um processo de aridização do semiárido brasileiro, podendo o sertão nordestino se transformar em deserto. A caatinga poderá ser substituída por uma vegetação de região ainda mais árida; enquanto, o desmatamento da Amazônia pode deixar o semiárido ainda mais seco, atingindo diretamente cerca de 25 milhões de habitantes e gerando grande impacto na agricultura de sequeiro.

A modelagem agrometeorológica tem um papel de suma importância no fornecimento de subsídio aos pesquisadores da área agrônômica, extensionistas e agricultores em geral, para que seja possível a interpretação das relações solo-planta-atmosfera e sua utilização em uma agricultura racional e sustentável. As vantagens da utilização de modelos agrometeorológicos, segundo Pessoa et al. (1997), estão associadas ao baixo custo, velocidade de obtenção dos resultados, completa informação, criação e proposição de cenários ideais. Quanto às limitações, podem ser citados aspectos referentes à validação dos modelos e simuladores, dificuldade de decisão (quando o problema possui mais de uma solução), confiabilidade e exatidão do modelo empregado, variabilidade espacial e temporal dos dados. Na agricultura, os modelos têm sido usados na simulação do crescimento da planta e na previsão da produtividade.

As mudanças climáticas precisam ser analisadas em nível do agregado familiar, de modo que a população dependente da agricultura de sequeiro possa ser adequadamente orientada com o objetivo de aumentar a produtividade das culturas e reduzir a pobreza. Neste contexto, considerando-se que o aumento da população mundial deve ser acompanhado pela produção de alimentos, e que o

---

conhecimento dos diversos fatores que afetam a produção agrícola tem grande importância sócio econômica, o presente estudo objetivou estimar a produtividade da cultura do feijão caupi cultivado em sistema de sequeiro em Juazeiro da Bahia, baseando-se nos cenários climáticos de aumento de temperatura do ar traçados pelo IPCC, utilizando-se o software DSSAT.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A produtividade da cultura do feijão caupi cultivada em sistema de sequeiro no município de Juazeiro, BA, foi obtida por meio de modelagem agrometeorológica. Esse município está localizado à margem direita do Rio São Francisco, no extremo norte da Bahia, na zona do submédio São Francisco, fazendo divisa com o Estado de Pernambuco e está ligada a Petrolina pela Ponte Presidente Dutra e distante 500 km de Salvador (Figura 1). Segundo a classificação climática de Köppen, essa localidade apresenta clima do tipo BSW<sub>h</sub>, semiárido, com valores médios anuais das seguintes variáveis climatológicas: temperatura do ar 26,5°C, precipitação pluvial 541,1 mm e umidade relativa do ar 65,9%. A precipitação é irregularmente distribuída no espaço e no tempo, concentrando-se nos meses de dezembro a abril. A insolação anual na região é superior a 3.000h e o solo predominante é classificado como Areia Quartzênica (Azevedo et al., 2003).

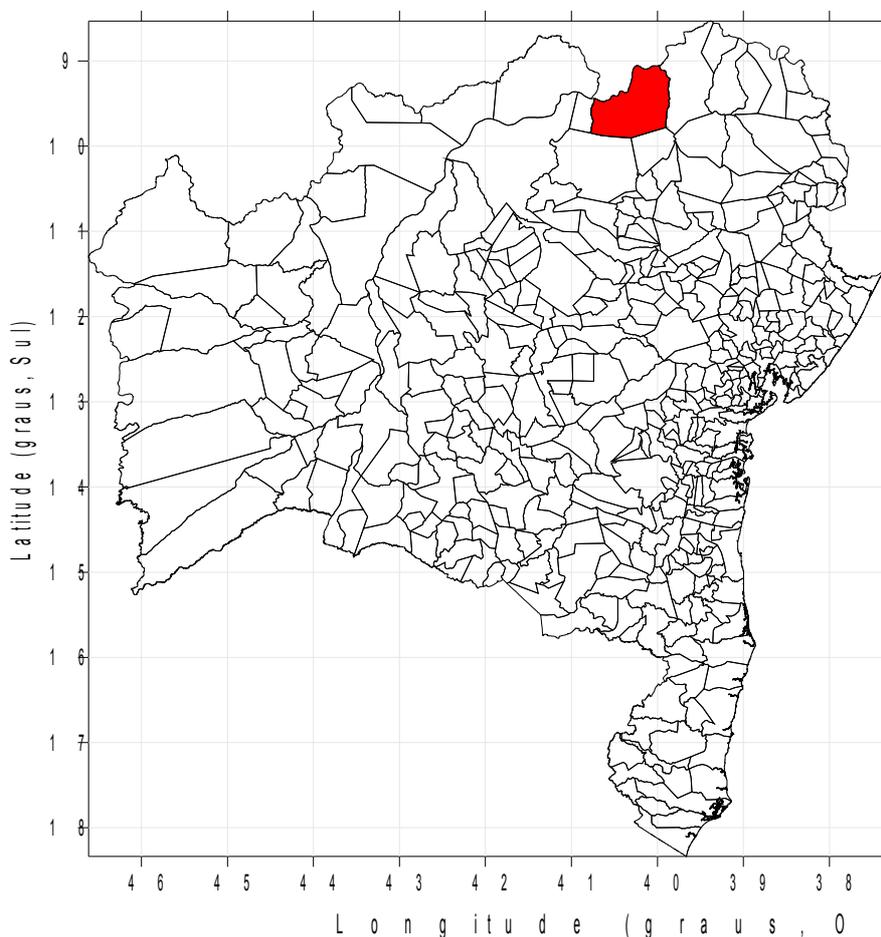


Figura 1 – Mapa do Estado da Bahia com o Município de Juazeiro representado pela área em vermelho.

Neste estudo foi utilizado o modelo agrometeorológico: Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT) para estimar a produtividade do feijão caupi na localidade de Juazeiro, BA (09°24'S, 40°26'O), utilizando-se dados diários de temperaturas do ar máxima e mínima, precipitação pluvial e radiação solar global, correspondentes ao período de 1977 a 2008.

A versão 4.0.2.0 do Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT), que inclui o modelo CROPGRO-Cowpea, foi utilizada neste estudo para simular a produtividade do feijão caupi. Esse modelo simula o desenvolvimento e o crescimento do feijão caupi em função das características do

genótipo, das condições meteorológicas e disponibilidade de água e nitrogênio no solo. Ele apresenta resultados com detalhes do crescimento de raízes e brotos, o crescimento e senescência das folhas e caules, biomassa e acúmulo compartimentado entre raízes e brotos, índice de área foliar, raiz, caule, folhas e de crescimento de grãos. Esse modelo da família DSSAT calcula o balanço hídrico no solo para cada uma das camadas do perfil, utilizando o modelo unidimensional desenvolvido por Ritchie (1985), que determina a redistribuição de água devido à irrigação, precipitação pluvial e drenagem, e estima a evapotranspiração potencial, a evaporação do solo e a transpiração da planta.

Para a execução do modelo CROPGRO, desenvolvido por Hoogenboom et al. (1994), é necessário o conhecimento dos parâmetros genéticos da cultivar, do solo, de manejo e dos elementos climáticos. Para a obtenção da produtividade da cultura analisada de acordo com os cenários de aquecimento foram efetuadas simulações ao longo período de 1977 a 2008, utilizando-se o módulo seasonal do sistema DSSAT 4.0.2.0. Assim, foram realizadas simulações para a localidade estudada, a fim de se obter a produtividade real da cultura, com o déficit natural de água no solo dependente da precipitação pluvial. Nesse caso, o suprimento de água foi aquele imposto pela chuva, dependente das condições climáticas da região.

O modelo utilizado neste estudo foi operado com cenários de aquecimento global apresentados pelo IPCC com vistas à obtenção da produtividade. Os cenários são de aumento na temperatura média do ar de 1,5; 3 e 5°C.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores médios mensais da produtividade de grãos da cultivar verde Brasil de feijão caupi, utilizando o modelo CROPGRO-cowpea para o município de Juazeiro, BA, no período de 1977 a 2008 mediante os cenários de temperatura do ar nas condições climáticas atuais (CCA) e de aumentos da temperatura do ar para segundo decêndio de cada mês, encontram-se na Tabela 01. As maiores produtividades médias dessa cultura em Juazeiro nas CCA foram obtidas para meses de novembro a fevereiro, sendo a maior delas no segundo decêndio do mês de janeiro com 471 kg ha<sup>-1</sup>. Por outro lado, a menor produtividade foi para

o plantio no segundo decêndio de agosto, com valor médio de apenas 56 kg ha<sup>-1</sup>. Esse baixo valor de produtividade está associado aos baixos índices pluviométricos registrados nesse período na região de Juazeiro, BA. Em relação ao acréscimo de temperatura, das CCA para o cenário de 5°C no segundo decêndio de janeiro, verificou-se uma redução significativa na produtividade do feijão de 292 kg ha<sup>-1</sup>, que corresponde a 62%. O decréscimo da produtividade em função do aumento da temperatura do ar pode ser atribuído ao fato que a translocação de fotoassimilados é bastante reduzida às temperaturas elevadas. A diminuição da produtividade de grãos devido às temperaturas elevadas (>33°C) é comum na cultura do feijão caupi (Craufurd et al., 1998).

No modelo CROPGRO-cowpea, a função de desenvolvimento da cultura é quadrática, ou seja, cresce até um determinado ponto e decresce em seguida até atingir a senescência. Além disso, o modelo assume que a taxa de crescimento reprodutivo é muito pequena, contribuindo para simular baixos valores da produtividade quando utilizados os acréscimos de temperatura do ar. Os valores médios anuais da produtividade do caupi nas CCA e nos cenários de aumento de temperatura de 1,5; 3,0 e 5,0°C foram, respectivamente, 205, 178, 140 e 112 kg ha<sup>-1</sup>. A produtividade média do feijão caupi no Brasil é de 366 kg ha<sup>-1</sup>; enquanto que na região Nordeste essa produtividade é ainda menor (328 kg ha<sup>-1</sup>), em função do baixo nível tecnológico empregado no cultivo e da irregularidade na pluviometria (Campos et al., 2010). Entretanto, os Estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso apresentam produtividades dessa leguminosa superiores a 1.000 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2008). O zoneamento do risco climático identificou o mês de janeiro o mais apropriado para o cultivo do feijão caupi na região Nordeste. Pontualmente, o modelo CROPGRO-cowpea também identifica esse mês com maior produtividade para essa leguminosa em Juazeiro, no Estado da Bahia. Esse resultado sugere a capacidade do DSSAT em estimar satisfatoriamente a produtividade de culturas, principalmente quando se utiliza um maior número de anos na simulação dos resultados.

Tabela 01. Estimativa da produtividade média mensal do feijão caupi para os cenários de temperatura do ar nas condições climáticas atuais (CCA), aumento de 1,5°C, aumento de 3°C e aumento de 5°C para o segundo decêndio do mês de janeiro em Juazeiro, BA.

Mês	CCA (Kg ha <sup>-1</sup> )	1,5 (Kg ha <sup>-1</sup> )	3,0 (Kg ha <sup>-1</sup> )	5,0 (Kg ha <sup>-1</sup> )
Janeiro	471	418	318	179
Fevereiro	330	262	174	113
Março	198	162	90	69
Abril	127	107	67	58
Mai	107	90	52	50
Junho	86	72	35	34
Julho	67	54	31	20
Agosto	56	46	40	35
Setembro	121	114	104	92
Outubro	204	187	169	155
Novembro	311	279	264	249
Dezembro	377	346	337	289
Anual	205	178	140	112

O curso anual da produtividade simulada do feijão caupi, cultivado no segundo decêndio de janeiro, e a precipitação média anual no período de 1977 a 2008, bem como a classificação dos eventos El Niño e La Niña nesse período é exibido na Figura 02. O modelo indicou para o feijão caupi a maior produtividade no ano de 1996, com 1.046 kg ha<sup>-1</sup>, e a menor em 1987, com 74 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 02C). No ano de 1996 ocorreu o fenômeno La Niña que é associado com chuvas no NEB; enquanto que o ano de 1987 foi classificado como neutro, ou seja, sem nenhuma anomalia positiva na temperatura do oceano Pacífico na área do Niño 3. Entretanto, os primeiros três meses desse ano apresentaram desvio negativo de precipitação, justamente no período de cultivo de feijão na região de Juazeiro (Figura 02B). Evidentemente, isso foi determinante para a redução da produtividade dessa leguminosa. Por outro lado, o fenômeno El Niño de 1982-1983 (Figura 02A), classificado como forte, provocou baixos níveis de produtividade, porém superiores daqueles observados no ano de 1987. Portanto, a intensidade da anomalia de temperatura no Pacífico não é determinante para o aumento ou redução da produtividade, desde que no período de cultivo o solo esteja suficientemente abastecido de água para satisfazer as necessidades hídricas da cultura. Craufurd et al. (1998) avaliaram a sensibilidade do feijão caupi ao calor e constataram que um período de 10 a 14 dias de elevadas temperaturas durante o florescimento (estádio mais sensível) reduziu em aproximadamente 95% a produção de vagens, comparado à testemunha.

Os resultados deste trabalho indicam ainda que, mediante os cenários de aquecimento, a duração da estação de cultivo e a produtividade serão drasticamente reduzidos como consequência do decréscimo em área agricultável com a cultura feijão caupi. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2010) quando analisaram os efeitos do aquecimento global sobre o cultivo do feijão caupi na região Nordeste do Brasil.

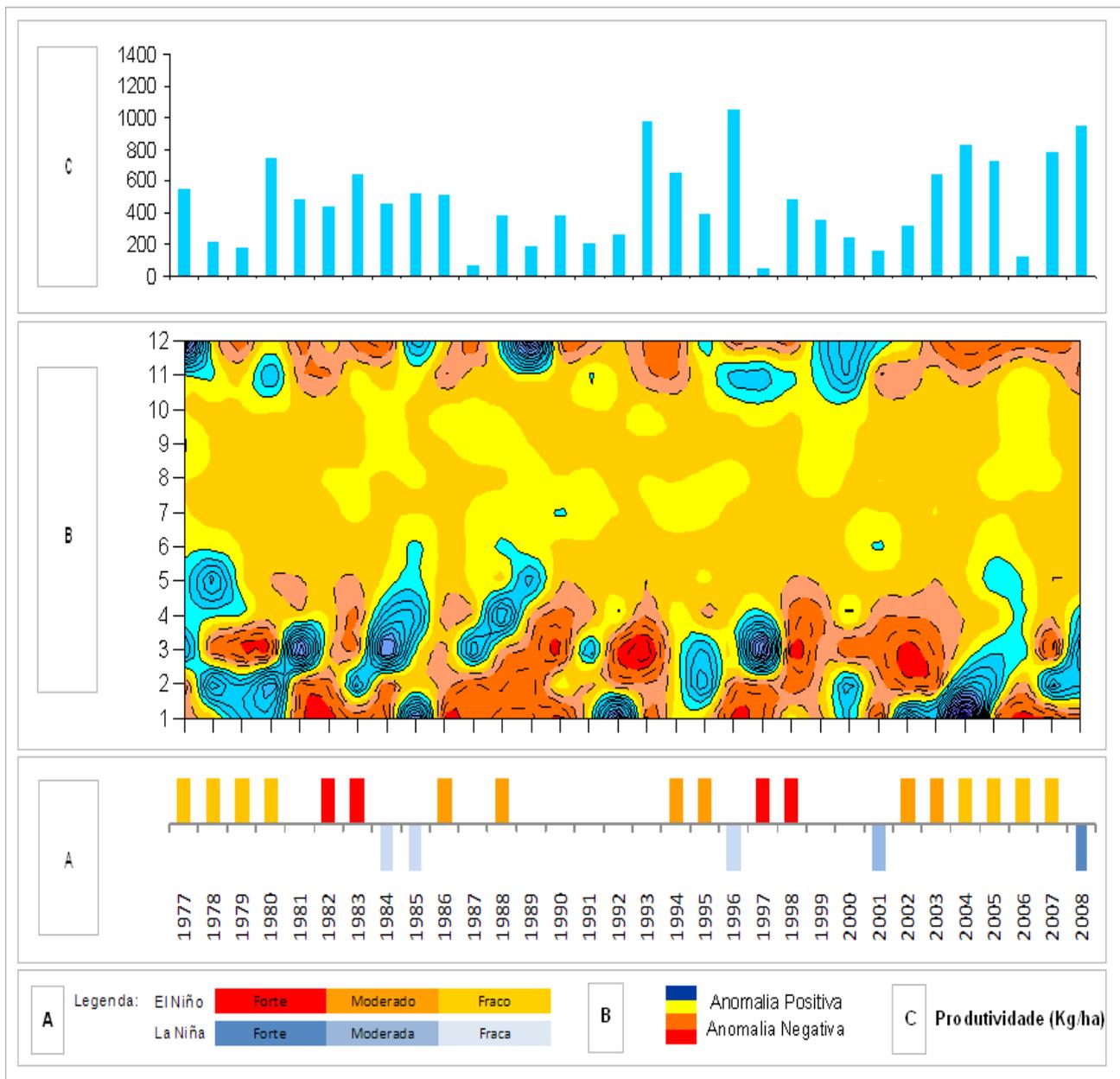


Figura 2 – Curso anual da produtividade do feijão caupi (C), anomalia de precipitação média mensal (B) e a classificação dos anos com os eventos El Niño e La Niña (A).

## CONCLUSÕES

Os resultados das estimativas de produtividade da cultura do feijão caupi cultivada em sistema de sequeiro em Juazeiro da Bahia utilizando o “software” DSSAT permitem concluir o seguinte:

1. O aumento na temperatura do ar pode afetar significativamente a produtividade da cultivar de feijão caupi na região semiárida.
2. Mediante os cenários de aquecimento, a duração da estação de cultivo e a produtividade serão drasticamente reduzidos como consequência da redução da produtividade potencial e disponibilidade hídrica da cultura de feijão caupi;
3. A época de semeadura de janeiro a março se apresenta menos afetada pelos cenários de aquecimento do ar do que a semeadura nos meses de novembro e dezembro ou de abril e maio, provavelmente em face da regularidade dos padrões da ITCZ na maior parte do NEB;

## BIBLIOGRAFIA

- AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B.; SILVA, V. P. R. *Water requirements of irrigated mango orchards in Northeast Brazil*. Agricultural Water Management, Amsterdam, v.58, n.1, p.241-254. 2003.
- CAMPOS, J. H. B. da C.; SILVA, M. T.; SILVA, V. P. R. *Impacto do aquecimento global no cultivo do feijão-caupi, no Estado da Paraíba*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. vol.14, n.4, pp. 396-404, 2010.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. *Avaliação da safra agrícola 2004/2005: sexto levantamento agosto de 2005*. <http://www.conab.gov.br> (10 de abril de 2008).
- 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.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. *Produção de milho*. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.
- HOOGENBOOM, G.; JONES, J. W.; WILKENS, P. W.; BATCHELOR, W. D.; BOWEN, W. T.; HUNT, L. A.; PICKERING, N. B.; SINGH, U.; GODWIN, D. C.; BAER, B.; BOOTE, K. J.; RITCHIE, J. T.; WHITE, J. W. CROPGRO. In: TSUJI, G.Y.; UEHARA, G.; BALAS, S. (Eds.). *Crop models: DSSAT v 3*. Honolulu: University of Hawaii, 1994. v.2, p.95-281.
- IBGE. *LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA*. Rio de Janeiro. v. 16-20, 2004-2008.
- MAIA, F. M. M. *Composição e caracterização nutricional de três cultivares de Vigna unguiculata (L.) Walp: EPACE-10, Olho de ovelha e IPA-206*. Fortaleza: UFC, 1996. 87p. Dissertação Mestrado.
- MARENGO, J. A. *Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade – Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI*. Biodiversidade 26, Brasília, Ministério do Meio Ambiente. 212p. 2006.
- PESSOA, M. C. P. Y.; LUCHIARI JUNIOR, A.; Fernandes, E.N.; Lima, M.A. de. *Principais modelos matemáticos e simuladores utilizados para a análise de impactos ambientais das atividades agrícolas*. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1997. 83p. (Embrapa-CNPMA. Documentos, 8).
- RITCHIE, J.T. *A user orientated model of the soil water balance in wheat*. In: Fry, E.; Atkin, T.K. (Eds.). *Wheat growth and modeling*. New York: NATO-ASI Ser., 1985. p. 293-305.
- SILVA, V. P. R.; CAMPOS, J. H. B. da C.; SILVA, M. T.; AZEVEDO, P. V. de. *Impact of global warming on cowpea bean cultivation in northeastern Brazil*. Agricultural Water Management. 2010.
- WUTKE, E. B.; ARRUDA, F. B.; FANCELLI, A. L.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; SAKAI, E.; FUJIWARA, M.; AMBROSANO, G. M. B. *Propriedades do solo e sistema radicular do feijoeiro irrigado em rotação de culturas*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.24, n.3, 2000.
-