

01ISSN 0104-1347

Comparação entre valores observados e estimados de duração dos diferentes subperíodos de desenvolvimento da cultura do feijoeiro¹

Comparison between observed and estimated duration of phenological stages for snap bean crop

Marcelo Trevizan Barbano^{2,3}, Orivaldo Brunini^{2,3}, Elaine Bahia Wutke², Jairo Lopes de Castro²; Paulo Boller Gallo², Ricardo Augusto Dias Kanthack², Antonio Lúcio Mello Martins²; José Carlos Vila Nova Alves Pereira², Nelson Bortoletto², Edison Martins Paulo², Mauro Saka², Luis Alberto Saes², Edmilson José Ambrosano², Sérgio Augusto Moraes Carbonell^{2,3}, Luís Cláudio Paterno Silveira², Joaquim Adelino Azevedo Filho⁴, Aildson Pereira Duarte⁴, Cândido Miele Júnior⁴, Ricardo Takao Takeda⁴ e Antônio Perle Araújo⁴.

Resumo – Foram comparadas a duração estimada e observada dos diferentes subperíodos vegetativos e reprodutivos da cultura do feijoeiro. A estimativa dos sub-períodos foi feita pela técnica das unidades térmicas, ou soma de graus-dia. Neste caso, o acúmulo térmico foi determinado considerando-se a temperatura-base dos diferentes subperíodos estimada previamente pelos métodos do desvio padrão e do desenvolvimento relativo. Os dados observados foram comparados com valores estimados tanto de observações anteriores das cultivares IAC-Carioca e IAC-Una, incluindo-se também a cultivar Carioca, no período de 1992 a 1996, nos municípios de Capão Bonito, Mococa, Monte Alegre do Sul, Votuporanga, Ribeirão Preto, Pindorama, Vargem Grande do Sul, Pariqueira-Açú, e em mais sete outros. Observou-se uma correlação significativa para as comparações entre sub-período observado e estimado para as cultivares IAC-Carioca e IAC-Una, da emergência ao florescimento e do florescimento à colheita, pelo método do desenvolvimento relativo.

Palavras-chave: fenologia, desenvolvimento relativo, unidades térmicas.

Abstract – The estimated and observed duration of the phenological stages were compared for snap bean crop. The length of each phenological phase were determined by the heat unit concept phase growing degree days. The base temperature used to determine the heat unit requirement had been previously determined by the standard deviation and relative development rate techniques. The observed field length of the crop cycle were compared to the estimated ones for the following crop cultivars – IAC-Carioca, IAC-Una and Carioca. Field measurements of crop growing periods were recorded and analysed from the 1992 to 1996 crop growing season. Experiments were carried out on in the following locations Capão Bonito, Mococa, Monte Alegre do Sul, Votuporanga, Ribeirão Preto, Pindorama, Vargem Grande do Sul, Pariqueira-Açú, and seven others. A highly and significant statistical correlation were found between the observed and estimated length of the following crop phenological phases: emergence to flowering and, from flowering to harvesting for IAC-Carioca and IAC-Una. It was also observed that the estimation of the heat units by the crop development rate technique gives a good correlation.

Key Words - phenology; relative growth; heat unit.

Introdução

O objetivo das observações fenológicas, aplicadas à agricultura, é o esclarecimento de relações entre variáveis meteorológicas e as respostas biológicas associadas. Suas principais aplicações relacio-

nam-se à prognósticos de condições de produção e de operações sazonais, à decisão de manejo de produção, à seleção de locais favoráveis à produção, bem como ao aperfeiçoamento de práticas culturais (NEWMAN & BEARD, 1962).

¹ Trabalho apresentado na VI reunião Nacional de Pesquisa de Feijão, de 21 a 26/11/1999, em Salvador, Bahia, com recursos da FAPESP.

² Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Caixa Postal 28, 13.001-970, Campinas, SP

³ Engenheiro Agrônomo – Bolsista do CNPq/MCT - Centro de Ecofisiologia e Biofísica – IAC

⁴ Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), caixa Postal 960, 13073-001, Campinas, SP.

Os atuais estudos de zoneamento agrícola e caracterização de riscos climáticos para as culturas agrícolas de expressão econômica são dependentes do grau de precisão da estimativa do ciclo fenológico e do calendário agrícola dos vegetais, sendo esta estimativa mais importante para culturas de ciclo curto (BRUNINI, 1998). Pelo conhecimento ou estimativa do ciclo fenológico é possível prever a probabilidade de sucesso da cultura e os riscos climáticos nos subperíodos críticos (ALFONSI *et al.*, 1998), sendo o feijoeiro uma das culturas que se enquadra nos aspectos anteriormente descritos.

Em situações de temperaturas do ar elevadas, superiores a 30°C, ocorrem efeitos negativos ao bom desempenho das plantas de feijoeiro. Verifica-se um balanço energético negativo na planta, iniciando-se o esgotamento das reservas nutricionais acumuladas nos caules, folíolos e pecíolos, com comprometimento do desenvolvimento das raízes e da formação de folhas, botões florais, flores, sementes e vagens (FISCHER & WEAVER, 1974).

Esses efeitos de temperaturas do ar elevadas serão de maior ou menor intensidade para o feijoeiro, dependendo do tempo em que a temperatura permanecer superior a 30°C, do valor máximo atingido e do número de dias consecutivos nos quais essa situação ocorrer. As conseqüências desses níveis de temperatura serão a inviabilização do pólen e abortamento de flores e vagens, resultando em menor número de sementes por vagem e de vagens por planta e em menor peso de sementes (SMITH & PRYOR, 1962; KEMP, 1973; FISCHER & WEAVER, 1974).

O feijoeiro também é uma cultura altamente susceptível à deficiência hídrica (O'TOOLE *et al.*, 1977; MAGALHÃES & MILLAR, 1978; HALTERLEIN, 1982; GUIMARÃES & ZIMMERMANN, 1985; STONE *et al.*, 1988; SAKAI, 1989), sendo que a fase de germinação da semente é considerada uma das mais sensíveis à falta de água pois, segundo MAGALHÃES & CARELLI (1972), em valores de potencial de água no solo inferiores a -0,35 MPa podem ser reduzidas drasticamente a germinação e a alongação das células. A fase R5 (pré florescimento) é uma das mais críticas à baixa disponibilidade de água no solo (FANCELLI & DOURADO-NETO, 1997), pois o consumo de água nessa fase do desenvolvimento pode ser superior a 5mm por dia em condições de forte calor e reduzida umidade relativa do ar (CAIXETA, 1978).

As plantas necessitam ainda de uma quantidade adequada de calor para completar os distintos

subperíodos de seu ciclo de desenvolvimento, sendo que vários métodos são avaliados para dimensionar a duração de cada subperíodo. Muitos trabalhos relacionam o comportamento de um vegetal em função da temperatura do ar, e sua influência sobre a razão de desenvolvimento (BRUNINI, 1998; BRUNINI *et al.*, 1995; ALLISON, 1963. MASSIGNAN & ANGELOCCI (1993) verificaram que a temperatura do ar apresentou maior influência na duração do subperíodo da emergência ao florescimento de cultivares de girassol, quando comparada com outros fatores que afetam o crescimento e desenvolvimento da planta.

No intuito de se evitarem reduções de produtividade diante da possibilidade de ocorrência de deficiência hídrica e de temperaturas prejudiciais em determinadas fases do desenvolvimento do feijoeiro, é importantíssimo o conhecimento, através de estimativa, da duração do ciclo da cultura. Por meio de determinação da soma dos graus-dia e da temperatura-base por diferentes métodos pode-se estimar o ciclo fenológico ou o calendário agrícola, determinando-se em conseqüência o risco climático para a cultura nos subperíodos mais críticos, dando suporte para recomendação de épocas de semeadura.

No presente trabalho objetivou-se a comparação de dois subperíodos distintos da cultura do feijoeiro, avaliados diretamente no campo, com valores estimados de graus-dia e temperatura-base pelos métodos do desvio padrão e do desenvolvimento relativo.

Material e métodos

Foram utilizados dados fenológicos de semeadura (V0), emergência(V1), pleno florescimento (R7) e colheita (R9) das plantas de duas cultivares de feijão (FERNÁNDEZ *et al.*, 1982), nas safras das águas de 1997/98 e 1998/99, na seca de 1997 e 1998 e no inverno de 1997 e 1998, em oito municípios do Estado de São Paulo, sob irrigação complementar: Capão Bonito, Mococa, Monte Alegre do Sul, Votuporanga, Ribeirão Preto, Pindorama, Vargem Grande do Sul e Pariquera-Açú.

A partir de estudos anteriores com essas cultivares, e também com o cultivar Carioca, no período de 1992 a 1996, nesses mesmos locais e, incluindo-se também os municípios de Jundiá, Itararé, Assis, Adamantina, Tietê, Casa Branca e Guaíra, foram estimadas a temperatura-base e realizada a soma de graus-dia, pelos métodos do desvio padrão e o do desenvolvimento relativo (WUTKE *et al.*, 1999).

A partir da estimativa desses valores e, considerando-se as datas de emergência, estimaram-se a data da duração dos diferentes subperíodos e do ciclo das plantas em cada experimento, com base na seguinte expressão:

$$N = G.D. / (T_m - T_b) \quad (1)$$

onde N é a duração do ciclo estimado em dias; G.D. é a soma de graus-dia para completar cada subperíodo; T_m é a temperatura média diária do ar (°C) e T_b é a temperatura-base do subperíodo em estudo (°C). A temperatura média foi obtida pela média entre as temperaturas máximas e mínimas, medidas nas Estações Meteorológicas do IAC, em locais próximos aos experimentos.

Os valores estimados foram comparados aos dados fenológicos observados nas oito primeiras localidades do Estado de São Paulo, anteriormente referidas, nas safras das águas de 1997/98 e 1998/99 e nas safras da seca e inverno de 1997 e 1998 (Tabela 1).

Os dados observados e estimados foram analisados estatisticamente pelo programa VARPC (PIMENTEL GOMES, 1960), utilizando-se o teste F ao nível de 5%.

Resultados e discussão

Os valores de temperatura-base bem como a soma de graus-dia calculados pelos métodos do des-

vio padrão e o do desenvolvimento relativo, para os distintos subperíodos de três cultivares de feijoeiro, estão apresentados na Tabela 2.

Por assumirem o conceito de linearidade entre desenvolvimento vegetal e temperatura do ar, os valores obtidos de temperatura-base (Tabela 2) foram bastante próximos, para um mesmo subperíodo em uma mesma cultivar, concordando com observações de WANG (1960) e LOZADA & ANGELOCCI (1999), para outras espécies. Os valores de temperatura-base variaram entre cultivares e subperíodos, corroborando os resultados dos trabalhos de BRUNINI et al. (1995) para a cultura do milho.

Na Tabela 3 estão relacionados os valores observados da duração dos sub-períodos e ciclos de duas cultivares de feijoeiro (IAC-Carioca e IAC-Una), em diferentes safras e localidades.

Em geral, os valores observados na Tabela 3 estão de acordo com aqueles relatados na literatura para o feijoeiro, possibilitando uma comparação mais acertada com a estimativa do ciclo. Segundo VIEIRA (1978), são necessários 4 a 5 dias para a emergência, se as condições forem favoráveis à germinação e se as sementes forem de boa qualidade. Em média, são previstos ciclo total de 90 dias e início do florescimento ao redor dos 35 a 40 dias após a emergência para o cultivar Carioca (CATI, 1976). Para o IAC-Carioca, estes são respectivamente de 90-95 dias e 30-35 dias (POMPEU, 1982). Para o cultivar IAC-

Tabela 1. Coordenadas geográficas das localidades utilizadas na comparação entre valores observados e estimados nos diferentes subperíodos da cultura do feijoeiro.

Local	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Safras Avaliadas
Adamantina	21°41'	51°05'	443	Inverno (1994 e 1996)
Assis	22°40'	50°26'	563	Seca (1993 e 1996)
Capão Bonito	24°00'	48°22'	702	Águas (1992/1993, 1995/1996, 1996/1997 e 1997/1998); seca (1993, 1994, 1995, 1996, 1997 e 1998)
Casa Branca	21°47'	47°04'	723	Águas (1995/1996)
Guaíra	20°20'	48°18'	490	Inverno (1993)
Itararé	24°07'	49°20'	721	Seca (1995)
Jundiá	23°12'	46°53'	715	Seca (1994 e 1995)
Mococa	21°28'	47°01'	665	Águas (1994/1995, 1995/1996, 1996/1997 e 1997/1998); seca (1994, 1997 e 1998)
Monte Alegre do Sul	22°41'	46°53'	777	Águas (1994/1995, 1996/1997 e 1997/1998)
Parquera-Açú	24°43'	47°53'	25	Inverno (1994, 1996, 1997 e 1998)
Pindorama	21°13'	48°26'	562	Inverno (1993, 1994, 1995 e 1998); Águas (1996/1997)
Ribeirão Preto	21°11'	47°48'	621	Inverno (1993 e 1997); Águas (1997/1998)
Tietê	23°07'	47°43'	538	Águas (1993/1994 e 1995/1996); seca (1993 e 1994)
Vargem Grande do Sul	2150	4653	692	Inverno (1997 e 1998)
Votuporanga	20°25'	49°59'	505	Inverno (1993, 1994, 1996, 1997 e 1998)

Tabela 2. Valores estimados de temperatura-base (Tb) e soma de graus-dia (GD) para o feijoeiro, em subperíodos distintos, pelos métodos do desvio padrão e desenvolvimento relativo

Cultivar de Feijoeiro	Fator Avaliado	Emergência-Florescimento		Florescimento-Colheita	
		MDP*	MER*	MDP	MER
Carioca	Tb (°C)	8,0	7,4	8,0	6,5
	GD	528	553	583	690
IAC-Carioca	Tb (°C)	8,0	6,5	6,5	5,6
	GD	578	687	641	730
IAC-Una	Tb (°C)	10,0	9,3	6,0	4,3
	GD	436	465	730	810

(*)MDP: Método do desvio padrão; MER: Método do desenvolvimento relativo

Fonte: WUTKE et al. (1999)

Una, o ciclo médio pode ser de 92, 94 e 105 dias para os cultivos nas safras das águas, seca e inverno respectivamente (POMPEU, s/d).

Segundo informações obtidas em 2.216 introduções de cultivares de feijoeiro estudadas no CIAT/Centro Internacional de Agricultura Tropical, na Colômbia, citadas em POMPEU (1993), pode-se ter, entretanto, muitas variações na duração dos diferentes subperíodos dessa leguminosa. Assim, observaram-se entre 5 a 12 dias da sementeira até a emergência, 29 a 72 dias até o florescimento e 61 a 110 dias até a colheita. Isso porque, conforme FERNÁNDEZ et al. (1982), o ciclo biológico do feijoeiro é variável de acordo com o genótipo e com os elementos do clima e as variações meteorológicas, por extensão, plantas de um mesmo genótipo desenvolvidas em condições climáticas distintas podem não estar num mesmo subperíodo de desenvolvimento.

Nas Figuras 1 a 4 estão apresentados os valores de comparação entre o ciclo estimado e o observado para os cultivares do feijoeiro IAC-Carioca e IAC-Una, nos distintos subperíodos.

Observa-se uma correlação significativa ($r^2 > 0,70$) para todas as comparações entre ciclo observado e estimado do cultivar IAC-Carioca, da emergência ao florescimento e do florescimento à colheita, pelos métodos da regressão linear e do desvio-padrão. Para o cultivar IAC-Una obteve-se resultado semelhante em todas as fases fenológicas apenas pelo método da regressão linear. Entretanto, embora o valor de correlação observado para este cultivar, do florescimento à colheita ($r^2 > 0,64$), utilizando a soma de graus-dia acima da temperatura determinada, pelo método do desvio padrão, tenha sido menor, está muito próximo do nível de significância estabelecido ($r^2 > 0,70$).

Na Tabela 4 observa-se que não houve diferenças estatisticamente significativas entre as médias dos valores observados e estimados nos distintos subperíodos para cada cultivar de feijoeiro.

Conclusões

Os resultados obtidos possibilitam fazer uma razoável estimativa do sub-períodos do feijoeiro pelo sistema de unidades térmicas, viabilizando os estudos de riscos climáticos, o que pode propiciar um zoneamento agrícola mais detalhado.

Agradecimentos

Os autores expressam seus agradecimentos aos funcionários de apoio do IAC e da CATI, os quais auxiliaram na coleta de dados: Jacó Antônio Barnabé, José Angelino de Paula, Celso Aparecido Abaque, Sérgio José Coradelo, Márcio Aparecido Batista, Carlos Alberto Redígolo Raymundo, Osvaldo Gentilin Júnior, Wilson Luíz Strada, José Roberto Martelini, Sérgio Luiz de Melo, Celeste Humberto Stringhetta, Valdemir Alvares, José Luiz Hernandes, José Carlos Cavichioli, Erasmo Aparecido Oliveira e Santos, Silvio Roberto Nascimento, João Batista da Silva, Luiz Roberto da Cunha e Heros Felipe.

Referências bibliográficas

- ALFONSI, R.R., BRUNINI, O., CAMARGO, M.B.P. et al. Disponibilidade hídrica no solo para a cultura do milho no Estado de São Paulo em função de épocas de sementeira e cultivares. **Bragantia**, Campinas, v. 57, p. 127-133, 1998.

Tabela 3. Duração observada em dias dos diferentes subperíodos e ciclos do feijoeiro, em distintas safras e localidades no Estado de São Paulo

Safra	Local	Cultivar de Feijoeiro	Semeadura-Emergência	Emergência-Florescimento	Florescimento-Colheita	Ciclo total
Seca 1997	Pariquera-Açú	IAC Carioca	06	38	53	97
		IAC-Una	06	36	54	96
	Mococa	IAC Carioca	06	40	52	98
		IAC-Una	06	40	52	98
	Capão Bonito	IAC Carioca	07	46	61	114
		IAC-Una	07	47	62	116
Inverno 1997	Ribeirão Preto	IAC Carioca	10	49	42	101
		IAC-Una	10	45	36	91
	Votuporanga	IAC Carioca	09	41	40	90
		IAC-Una	09	35	43	87
Águas 1996/97	Capão Bonito	IAC Carioca	10	50	43	103
		IAC-Una	08	48	43	99
	Monte Alegre do Sul	IAC Carioca	08	34	31	73
		IAC-Una	08	33	37	78
	Mococa	IAC Carioca	07	37	40	84
		IAC-Una	06	38	40	84
Seca 1998	Capão Bonito	IAC Carioca	08	37	45	90
		IAC-Una	10	42	51	103
	Mococa	IAC Carioca	08	37	41	86
		IAC-Una	08	36	41	85
Inverno 1998	Pindorama	IAC Carioca	10	44	44	98
		IAC-Una	07	48	40	95
	Votuporanga	IAC Carioca	08	39	42	89
		IAC-Una	08	37	44	89
	Vargem Graande do Sul	IAC Carioca	13	53	35	101
		IAC-Una	13	52	41	106
Águas 1997/1998	Capão Bonito	IAC Carioca	07	50	50	107
		IAC-Una	07	48	45	100
	Mococa	IAC Carioca	06	41	40	87
		IAC-Una	06	37	42	85
	Ribeirão Preto	IAC Carioca	08	43	39	90
		IAC-Una	08	46	37	91

ALLISON, J.C.S. Use of the day-degree summation technique for specifying flowering times of maize varieties at different localities in Southern Africa. **Rhodesian Journal of Agriculture Research**, v. 1, p. 22-28, 1963.

BRUNINI, O. **Elementos Meteorológicos e comportamento vegetal**. Campinas. Instituto Agrônomo, 1998. 46 p. (Boletim Técnico).

BRUNINI, O., BORTOLETO, N., MARTINS, A. L. et al. Determinação das Exigências Térmicas e Hídricas de Cultivares de Milho. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO "SAFRINHA", Assis, **Anais** : IAC/CDV, p. 141-145, 1995.

CAIXETA, T.J. Irrigação do feijoeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 4, n. 46, p. 36-40, 1978.

CATI -. **Descrição de variedades de feijão: *Phaseolus vulgaris* L.** Campinas : Coordenadoria de Assistência Técnica Integral/CAS/Programa de Sementes e Mudas/Projeto de Produção de Sementes Básicas, 1976. 6 p. (Apostila).

FANCELLI, A.L. , DOURADO-NETO, D. Ecofisiologia e fenologia do feijoeiro. In: FANCELLI, A. L. , DOURADO-NETO, D. (eds). **Tecnologia da produção do Feijão Irrigado**. Piracicaba : Esalq/USP, Departamento de Agricultura, 1997. p. 100-120.

Tabela 4. Médias dos totais de dias observados e estimados para os distintos subperíodos dos cultivares de feijoeiro.

Método	IAC-Carioca				IAC-Una			
	Emergência-Florescimento		Florescimento-Colheita		Emergência-Florescimento		Florescimento-Colheita	
	Ob	Es	Ob	Es	Ob	Es	Ob	Es
MDP*	42ns	40ns	44ns	45ns	41ns	38ns	43ns	43ns
MER*	42ns	39ns	44ns	45ns	41ns	39ns	44ns	45ns

ns: não significativo em nível de $p > 0,05$ pelo teste F entre valores observados e estimados dos distintos subperíodos para cada cultivar de feijoeiro.

(*)**MDP:** Método do Desvio Padrão; **MER:** Método do desenvolvimento relativo;

Ob: duração observada em dias para cada subperíodo distinto;

Es: duração estimada em dias para cada subperíodo distinto;

FERNÁNDEZ, F., GEPTS, P., LÓPEZ, M. Etapas de desarrollo em la planta de frijol. In: LÓPEZ, M., FERNÁNDEZ, F., SCHOONHOVEN, A. van. **Frijol: investigación y producción.** Cali, Colômbia: CIAT, 1982. p. 61-78.

FISCHER, V.J., WEAVER, C.K. Flowering, pod set, pod retention of Lima Bean in response to night temperature, humidity and soil moisture. **Journal American Society Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 99, n. 5, p. 448-450, 1974.

GUIMARÃES, C.M., ZIMMERMANN, M.J. Deficiência hídrica em feijão. In: REUNIÓN DE TRABAJO SOBRE MEJORAMIENTO DE FRIJOL EN BRASIL CON ENFASIS EN TOLERANCIA A SEQUIA, Cali, 1985. **Anais.** Cali: CIAT, 1985. p. 15-28.

HALTERLEIN, A.J. Bean. In: TEARE, I.D., PEET, M.M. (ed). **Crop-water relations.** New York: John Wiley, 1982. p. 157-185.

KEMP, G.A. Initiation and development of flowers in beans under suboptimal temperature conditions. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 58, p. 63-67, 1973.

LOZADA, B.I., ANGELOCCI, L.R. Efeito da temperatura do ar e da disponibilidade hídrica do solo na duração de subperíodos e na produtividade de um híbrido de milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 31-36, 1999.

MAGALHÃES, A.A., MILLAR, A.A. Efeito de déficit de água no período reprodutivo sobre a produção de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 55-60, 1978.

MAGALHÃES, A.C., CARELLI, M.L. Germinação de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) sob condições variadas de pressão osmótica. **Bragantia**, Campinas, v. 31, n. 32, p. 19-26, 1972.

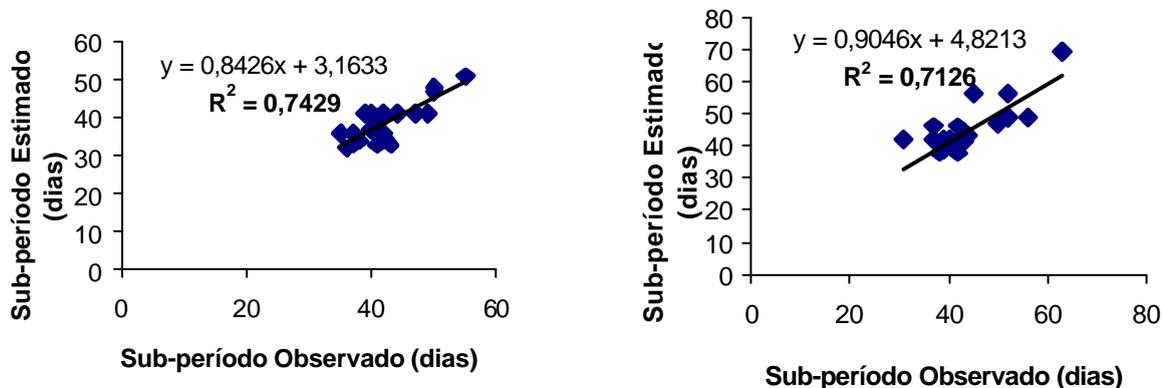


Figura 1. Correlação entre duração estimada e observada dos sub-períodos de feijoeiro, cv IAC-Carioca. A temperatura base utilizada nos cálculos dos sub-períodos observados foi obtida pelo método da regressão linear. (a= emergência-florescimento; b= florescimento-colheita)

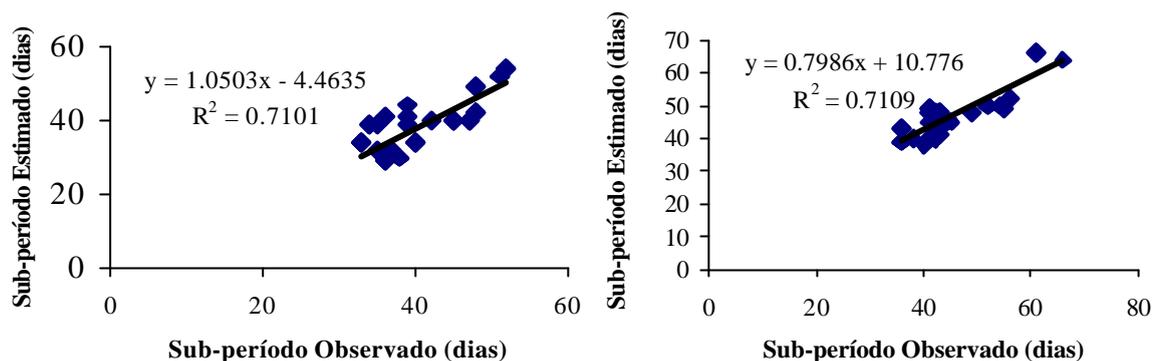


Figura 2. Correlação entre duração estimada e observada dos sub-períodos de feijoeiro, cv IAC-Una. A temperatura base utilizada nos cálculos dos sub-períodos observados foi obtida pelo método da regressão linear. (a= emergência-florescimento; b= florescimento-colheita)

MASSIGNAN, A., ANGELOCCI, L.R. Relações entre a temperatura do ar, disponibilidade hídrica no solo, fotoperíodo e duração de subperíodos fenológicos do girassol. **Revista Brasileira de Agrome-teorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 63-69. 1993.

NEWMAN, J.E., BEARD, J.B. Phenological observations – the dependent variable in bioclimatic and agrometeorological studies. **Agronomy Journal**, Madison, v. 54, n. 5, p. 399-403, 1962.

O'TOOLE, J.C., OZBUN, J.L., WALLACE, D.H. Photosynthetic response to water stress in *Phaseolus vulgaris*. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 40, p. 111-114, 1977.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. Piracicaba : Departamento de Genética/ Esalq/ USP, 229 p., 1960.

POMPEU, A.L. Catu, Aeté-3, Aroana-80, Moruna-80, Carioca 80 e Aysó, novos cultivares de feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 41, p. 213-218, 1982.

POMPEU, A.S. Feijão. In: FURLANI, A.M.C., VIÉGAS, G. P., (eds). **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo**. Campinas : Instituto Agrônômico, 1993. v. 1, p. 111-155.

POMPEU, A.S. **IAC Una e IAC Maravilha: cultivares de feijoeiro**. Instituto Agrônômico Campinas. s/d, 6 p. (Folder de lançamento)

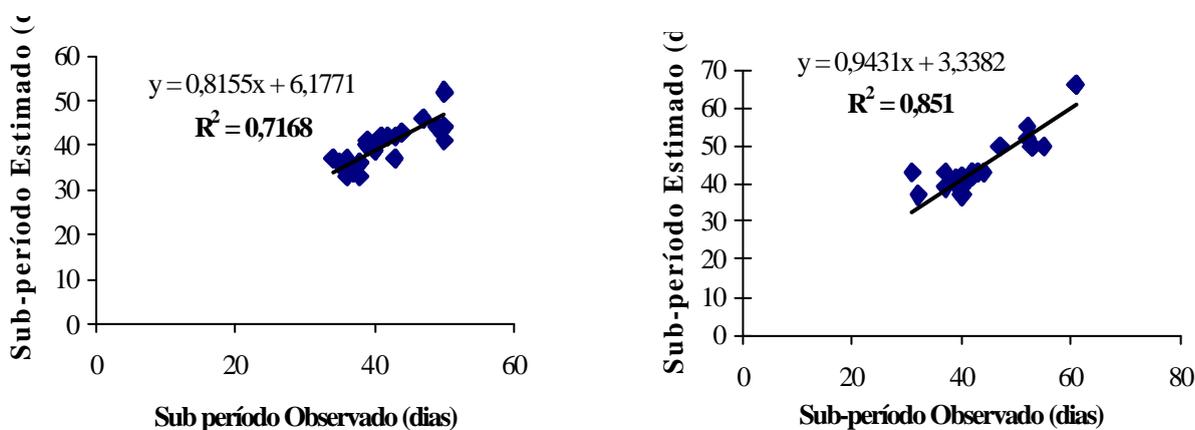


Figura 3. Relação entre duração estimada e observada dos sub-períodos de feijoeiro, cv IAC-Carioca. A temperatura base utilizada nos cálculos dos subperíodos observados foi obtida pelo método do desvio padrão. (a= emergência-florescimento; b= florescimento-colheita).

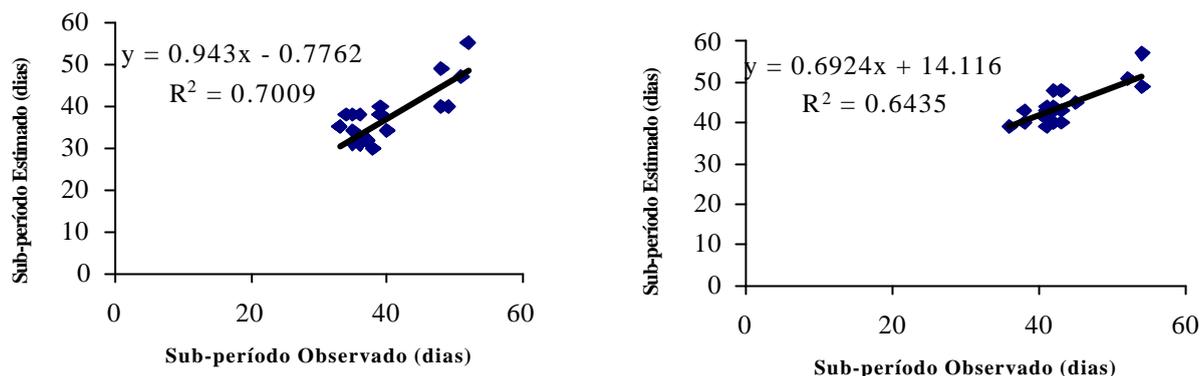


Figura 4. Relação entre duração estimada e observada dos sub-períodos de feijoeiro, cv IAC-Una. A temperatura base utilizada nos cálculos dos sub-períodos observados foi obtida pelo método do desvio padrão. (a= emergência-florescimento; b= florescimento -colheita).

- SAKAI, E. **Balanço hídrico e energético na cultura irrigada do feijoeiro em latossolo roxo.** Piracicaba : USP, 1989. 122 p. Tese (Mestrado em Agronomia) – **Curso de Pós-Graduação, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1989.**
- SMITH, F.L., PRYOR, R.H. **Effects of maximum temperatures and age on flowering and seed production in three bean varieties.** *Hilgardia*, Berkeley, v. 33, n. 12, p. 669-687, 1962.
- STONE, L.F., PORTES, T. de A., MOREIRA, J.A.A. Efeito da tensão da água do solo sobre a produtividade e crescimento do feijoeiro. II. Crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília, v. 12, n. 5, p. 503-510, 1988.
- VIEIRA, C. **Cultura do Feijão.** Viçosa : Imprensa Universitária, Universidade Federal de Viçosa, 1978. 146 p.
- WANG, J.Y. A critique of the heat unit approach to plant response studies. **Ecology**, Brooklin, v. 41, n. 4, p. 785-790, 1960.
- WUTKE, E.B., BRUNINI, O., BARBANO, M.T. et al. Comparação entre dois métodos para estimativa de temperatura base e graus dias para feijoeiro nas diferentes fases fenológicas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., Salvador-BA, 1999, **Anais**, Santo Antônio de Goiás : EMBRAPA Arroz e Feijão, 1999, p. 438-441.

