

Elementos climáticos e produtividade do feijoeiro

Agostinho D. Didonet¹
Silvando Carlos da Silva²

Resumo - Dentre os vários fatores envolvidos na produção do feijão, o clima é praticamente incontrolável e pode influenciar sobremaneira na produtividade. As respostas interativas entre clima e planta necessitam ser adequadamente conhecidas e estudadas, para que se tenha o menor risco possível de insucesso. Radiação solar, temperatura do ar e precipitação pluvial, são os principais elementos climáticos que influenciam diretamente no rendimento de grãos do feijoeiro. Para maximizar o aproveitamento desses elementos na condução do cultivo, são indicadas algumas práticas de manejo.

Palavras-chave: Feijão. *Phaseolus vulgaris*. Rendimento de grãos. Clima. Radiação solar. Temperatura. Precipitação pluvial.

INTRODUÇÃO

O aumento do rendimento de grãos do feijoeiro, ao longo dos últimos anos, foi obtido melhorando o controle de doenças e pragas e reduzindo as restrições nutricionais. A deficiência de nutrientes e de água e a incidência de pragas e doenças podem ser manejadas adequadamente, por meio de adubação, irrigação, cultivares resistentes e/ou defensivos. Porém, alguns fatores determinados pela posição geográfica podem limitar o rendimento. São eles radiação solar, temperatura do ar e, em alguns casos, fotoperíodo. Em situações de cultivo, em que os fatores controláveis são adequadamente supridos, as condições climáticas afetam expressivamente o rendimento de grãos.

Na agricultura moderna, a maximização dos rendimentos e a redução dos custos e dos riscos de insucesso dependem cada vez mais do uso criterioso dos recursos financeiros. Nesse processo, o agricultor deve tomar decisões em função dos fatores

disponíveis de produção e dos níveis de risco que envolvem sua atividade, visando maior rentabilidade. Dentre os fatores envolvidos na produção agrícola, o clima é praticamente incontrolável. No Brasil, vários são os exemplos de quebras de safras em razão da ocorrência de adversidades climáticas, as quais causam enormes prejuízos à agricultura e à sociedade. Portanto, para que qualquer empreendimento agrícola tenha sucesso, as respostas interativas entre clima e planta precisam ser adequadamente quantificadas e monitoradas. É de suma importância conhecer as variações dos elementos climáticos como a radiação solar, a temperatura do ar, a precipitação pluvial, o fotoperíodo, ao longo dos anos.

ELEMENTOS CLIMÁTICOS E VARIEDADES

Dentre os elementos climáticos que mais influenciam a produção de grãos do feijoeiro salientam-se a temperatura, a radiação solar e a precipitação pluvial. Em rela-

ção ao fotoperíodo, as cultivares brasileiras de feijoeiro geralmente são insensíveis, ou seja, seu desenvolvimento e crescimento são controlados somente pela temperatura.

Em ensaios comparativos de rendimento em diferentes locais e épocas de plantio, cultivares de feijoeiro mais estáveis e que se adaptaram à maioria dos ambientes favoráveis e desfavoráveis foram as mais produtivas (CARBONELL et al., 2001). O que se espera é alto rendimento em determinado ambiente, desde que sejam dadas as condições para a cultura utilizar, da forma mais eficiente possível, os fatores determinantes da produção, quer sejam genéticos, quer sejam bióticos ou abióticos.

Para maximizar o rendimento, é preciso lembrar que o de grãos do feijoeiro é consequência do hábito de crescimento, do ciclo de vida, do ambiente, do sistema de produção, das práticas de manejo, etc. Entre esses determinantes do rendimento, alguns são intrínsecos da cultivar. Por exemplo, nos últimos anos, tem sido dada alguma

¹Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO. Correio eletrônico: didonet@cnpaf.embrapa.br

²Eng^o Agrícola, M.Sc., Pesq. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO. Correio eletrônico: silvando@cnpaf.embrapa.br

ênfase a cultivares de feijoeiros de ciclo de vida curto, de hábito determinado, de plantas eretas, com uniformidade de maturação e sementes com tamanho e forma uniformes, além de ampla adaptabilidade (KELLY et al., 1998). Essas características que normalmente estão associadas ao hábito de crescimento determinado são geralmente encontradas em cultivares com baixo potencial e baixa estabilidade de rendimento de grãos, quando comparadas às cultivares de hábito de crescimento indeterminado. O encurtamento do ciclo, importante em condições desfavoráveis de cultivo, está diretamente associado ao menor potencial individual de rendimento de grãos. Em cultivares de hábito indeterminado, cada dia de encurtamento de ciclo resultou em redução de 74 kg/ha no rendimento (WHITE; SINGH, 1991) e, para cada 100 mg de aumento na massa da semente, o rendimento reduziu 280 kg/ha (WHITE; GONZÁLEZ, 1990).

O rendimento, a massa dos grãos secos, o índice de colheita e o acúmulo de biomassa estão mais associados com o número de dias até a maturação das plantas do que com o número de dias até o florescimento, o que indica que variedades com maior potencial de rendimento são as que possuem maior período disponível para o enchimento de grãos. Pelo menos parte dessa resposta deve-se à reação do genótipo a temperaturas e à influência delas no desenvolvimento dos feijoeiros. Na prática, como a precocidade implica em pouco tempo disponível para o crescimento, essas cultivares devem ter alto índice de colheita e elevada taxa fotossintética por unidade de área, para proporcionarem altos rendimentos de grãos (WALLACE et al., 1993). Mesmo tendo menor potencial de rendimento, feijoeiros com ciclo de vida precoce são eficientes em acumular biomassa, porém essa eficiência não chega a compensar a menor capacidade produtiva de grãos. Assim, a taxa de crescimento do grão é inerente à cultivar, com o ambiente interferindo basicamente no tempo de atuação desta taxa (FERRÃO et al., 2001).

Radiação solar

A radiação solar atinge a superfície terrestre de forma direta e difusa. O acúmulo desses dois componentes denomina-se radiação global. A quantidade e a intensidade da radiação difusa dependem, basicamente, da latitude, da altitude, da declinação solar e da quantidade de nuvens.

A utilização da radiação solar pelas plantas depende da capacidade de interceptação e da eficiência de transformação da energia luminosa em biomassa. Estudos agrometeorológicos sobre a radiação solar em plantas devem considerar não apenas o processo fotossintético, mas também a estrutura do dossel e a arquitetura delas.

A radiação solar influencia consideravelmente na taxa de fotossíntese das plantas. A quantidade de radiação solar, necessária para máxima atividade fotossintética, varia com a idade e o tipo da planta. De forma geral, regiões que apresentam radiação solar de 13-22 MJ m⁻² dia⁻¹ são consideradas ideais para o feijoeiro. Acima de 35 MJ m⁻² dia⁻¹, a taxa fotossintética permanece praticamente constante.

A interceptação de radiação solar pelas plantas e a utilização dessa energia para produção de biomassa representam o processo fundamental que governa o crescimento e a produtividade. A quantidade de biomassa produzida por unidade de radiação solar interceptada define a eficiência de uso da radiação (RUE) - (g de biomassa/MJ de radiação interceptada por unidade de área). Em situação de cultivo, o máximo de eficiência na utilização da radiação é atingido, quando toda a radiação disponível para a fotossíntese é interceptada pela cobertura vegetal. Assim, quanto mais rápido houver cobertura total do solo, maior o acúmulo de biomassa. Porém, nem sempre isso acontece. No caso do feijoeiro, grande produção de folhas e ramos pode reduzir o rendimento de grãos, causando o auto-sombreamento, uma vez que somente a parte superior do cultivo recebe radiação solar. O auto-sombreamento ocorre, por exemplo, quando a população de plantas por unidade

de de área é superior à considerada ótima, e é crítico, no período de vingamento de vagens e grãos (PORTES; CARVALHO, 1983; DIDONET; MADRIZ, 2002).

A radiação solar também tem efeito na redução do percentual de abortamento de flores e no aumento do percentual de retenção de vagens do feijoeiro. Quanto maior for a radiação solar disponível da emergência ao início do florescimento (estádio R5), maior será o número de vagens por unidade de área (Gráfico 1). Isso indica que se deve manejar a cultura de modo que as plantas consigam interceptar a maior quantidade de radiação solar possível, principalmente na fase vegetativa, para que seja acumulada uma quantidade adequada de biomassa e, definido um número alto de vagens/planta.

Rápido aumento na expansão da área foliar por unidade de área de solo - Índice de Área Foliar (IAF) - está relacionado com maior interceptação de radiação solar e, conseqüentemente, com maior rendimento. No entanto, alto IAF pode provocar auto-sombreamento e causar acamamento e aumento na severidade de doenças.

Embora o IAF do feijoeiro seja bastante variável, as cultivares disponíveis parecem ter um IAF ótimo de 3 a 3,5 (WHITE; IZQUIERDO, 1989). Esse IAF é semelhante ao da soja, que deve ser capaz de interceptar o máximo de radiação solar, quando as plantas estão iniciando o de crescimento de grãos, para que o rendimento seja alto (SINGER, 2001). A cultivar, o sistema de cultivo, a distribuição de plantas na área e a época de plantio podem aumentar ou diminuir expressivamente o IAF. Época de plantio coincidente com temperaturas elevadas, principalmente até o início da floração, favorece o aumento do IAF e causa, conseqüentemente, auto-sombreamento.

Temperatura

Além de influenciar na duração das fases fenológicas, a temperatura do ar é um dos fatores determinantes do rendimento de grãos por influenciar no abortamento de flores, vagens e grãos.

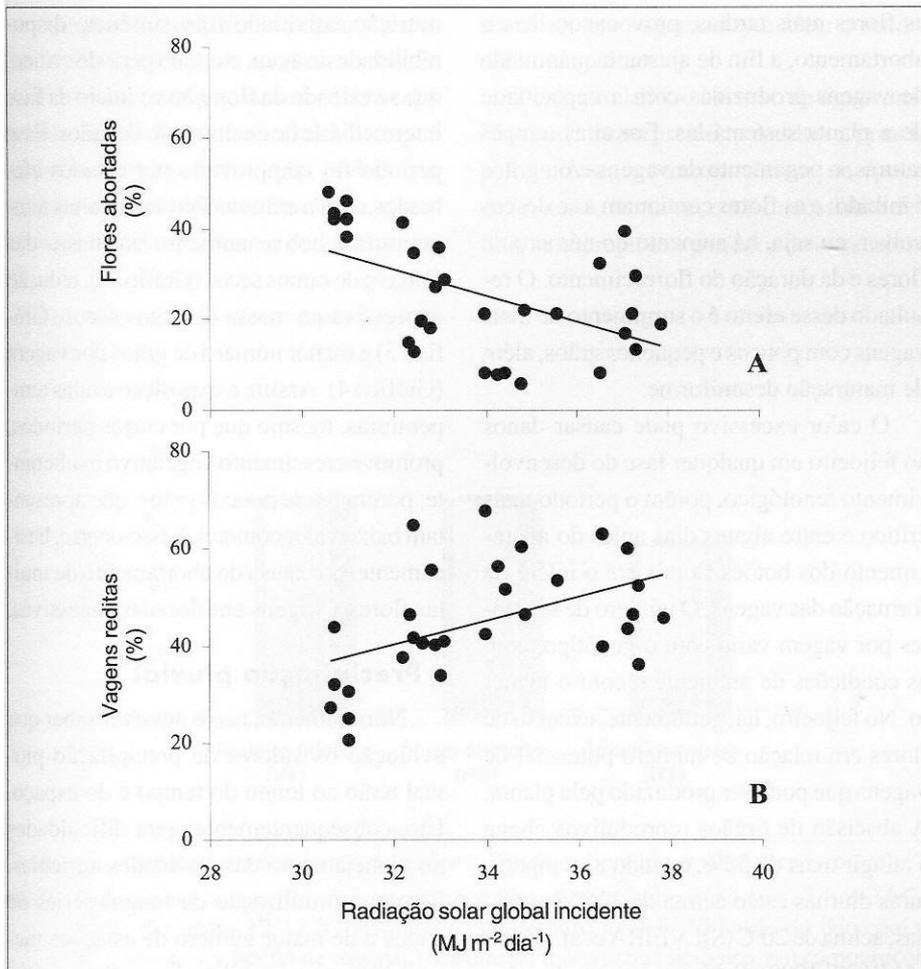


Gráfico 1 - Radição solar global incidente entre a emergência e o estágio R5 ($\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$)

Nota: Relação entre a radiação solar global incidente no período entre emergência e início de floração (estádio R5) e o percentual de abortamento de flores (A - $r^2=0,26^{**}$) e a retenção de vagens (B - $r^2=0,23^{**}$) das cultivares Pérola, Valente e Jalo Precoce, cultivadas com irrigação, no período de inverno de 2001 e 2002. Resultados médios de quatro repetições em cinco épocas de semeadura.

Em relação à germinação das sementes, temperaturas em torno de 28°C são consideradas ótimas, enquanto as temperaturas ótimas entre a emergência e a maturação fisiológica ficam entre 12°C e 30°C . Temperaturas acima e abaixo dessa faixa provocam decréscimo de rendimento de grãos, por causa do abortamento de flores e vagens, e menor formação de grãos.

Em geral, o florescimento só ocorre após as plantas acumularem determinado número de “unidades térmicas” ($^\circ\text{C}/\text{dia}$), acima de uma temperatura base mínima para o crescimento. Portanto, temperaturas altas, que geralmente estão associadas à alta radiação, diminuem o número de dias para o florescimento e reduzem o ciclo de vida do feijoeiro. Esses efeitos devem-se à influência da temperatura no aumento (temperatura elevada) ou na diminuição (temperatura baixa) dos processos metabólicos internos da planta, e podem estar relacionados com mudanças visuais externas que ocorrem durante o ciclo de vida dela (aparecimento de folhas novas, ramos laterais, flores, vagens, grãos, etc.). Essas fases do desenvolvimento das plantas são chamados estádios fenológicos, cada uma com sua importância para a definição do rendimento de grãos (por exemplo: fase vegetativa, floração, enchimento de grãos, etc.).

Portal EPAMIG - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço <http://www.epamig.br>

EPAMIG - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS

2004 30 ANOS EPAMIG

A EPAMIG
Instituição
Diretoria Executiva
Missão/Negócio
Unidades
Biblioteca
Herbário
Pesquisadores da EPAMIG
Programas & Projetos

www.epamig.br

Neste site tem tecnologia!

Em feijoeiro, as estruturas reprodutivas são bastante sensíveis à temperatura, tanto que a ocorrência de altas temperaturas, no período de um a seis dias antes da antese (florescimento), reduz muito a retenção de vagens. Tal efeito é explicado por danos provocados pela temperatura elevada nas estruturas florais, que provocam desde o abortamento de flores e de vagens, até o aparecimento de vagens defeituosas e desuniformes. Em termos gerais, o abortamento de botões florais, flores e vagens é alto, quando temperaturas entre 30°C e 40°C coincidem com o período reprodutivo do feijoeiro, o que causa redução acentuada da produtividade. Evitar que a floração coincida com temperaturas elevadas, através do plantio em épocas mais adequadas, pode representar um passo decisivo para a obtenção de altos rendimentos. Temperaturas inferiores a 10°C também podem provocar efeitos negativos sobre o rendimento.

No feijoeiro, a porcentagem de flores e de vagens menores que 2 cm que abortam é alta e variável entre cultivares, em decorrência de fatores do ambiente. Esse abortamento ocorre para ajustar a capacidade de suprimento de fotoassimilados (fonte), com a demanda dos grãos (dreno), que são retirados, fazendo com que as vagens com reduzida capacidade de demanda sejam abortadas. As primeiras flores e, conseqüentemente, as primeiras vagens têm preferência (dominância) na demanda de fotoassimilados necessária para o enchimento dos grãos, em relação às vagens mais novas. Portanto, o balanço entre o suprimento e a demanda de fotoassimilados determina quantas vagens a planta poderá suportar.

A temperatura, ao afetar a duração das fases fenológicas, altera o tempo de captação de energia luminosa, afetando a produção e a distribuição de fotoassimilados. O aumento da produção de flores no feijoeiro em altas temperaturas está associado à esterilidade reprodutiva. Das várias flores que aparecem, normalmente o primeiro ovário fertilizado exerce dominância sobre

as flores mais tardias, provocando-lhes o abortamento, a fim de ajustar a quantidade de vagens produzidas com a capacidade de a planta sustentá-las. Em altas temperaturas, o pegamento de vagens e/ou grãos é inibido: e as flores continuam a se desenvolver, ou seja, há aumento do número de flores e da duração do florescimento. O resultado desse efeito é o surgimento de mais vagens com poucos e pequenos grãos, além de maturação desuniforme.

O calor excessivo pode causar danos ao feijoeiro em qualquer fase do desenvolvimento fenológico, porém o período mais crítico é entre alguns dias antes do aparecimento dos botões florais até o início da formação das vagens. O número de sementes por vagem varia com o genótipo, com as condições de ambiente e com o manejo. No feijoeiro, há, geralmente, excesso de flores em relação ao número potencial de vagens que pode ser produzido pela planta. A abscisão de órgãos reprodutivos chega a atingir mais de 50%, quando as temperaturas diurnas estão acima de 30°C e noturnas, acima de 20°C (SILVEIRA et al., 1980; MARIOT, 1989). Porém, o número de grãos que efetivamente cada vagem terá, irá depender das condições do cultivo (sanidade,

nutrição, atividade fotossintética, disponibilidade de água, etc.), no período crítico, que se estende da floração ao início da fase intermediária de enchimento de grãos. Esse período foi comprovado por estudos efetuados com a cultivar Pérola em altas temperaturas: houve aumento na massa das folhas e de ramos secos (Gráfico 2), redução expressiva na massa de grãos secos (Gráfico 3) e menor número de grãos por vagem (Gráfico 4). Assim, a exposição a altas temperaturas, mesmo que por curtos períodos, promove crescimento vegetativo exuberante, porém rende poucos grãos, que apresentem baixo valor comercial. Isso ocorre, basicamente, por causa do abortamento de muitas flores e vagens em floradas sucessivas.

Precipitação pluvial

Normalmente, não é possível saber que evolução os valores de precipitação pluvial terão ao longo do tempo e do espaço. Isto, conseqüentemente, gera dificuldades no planejamento das atividades agrícolas. Portanto, a utilização de longas séries de dados e de maior número de estações meteorológicas possibilitarão melhor entendimento sobre a distribuição espacial da precipitação de uma região.

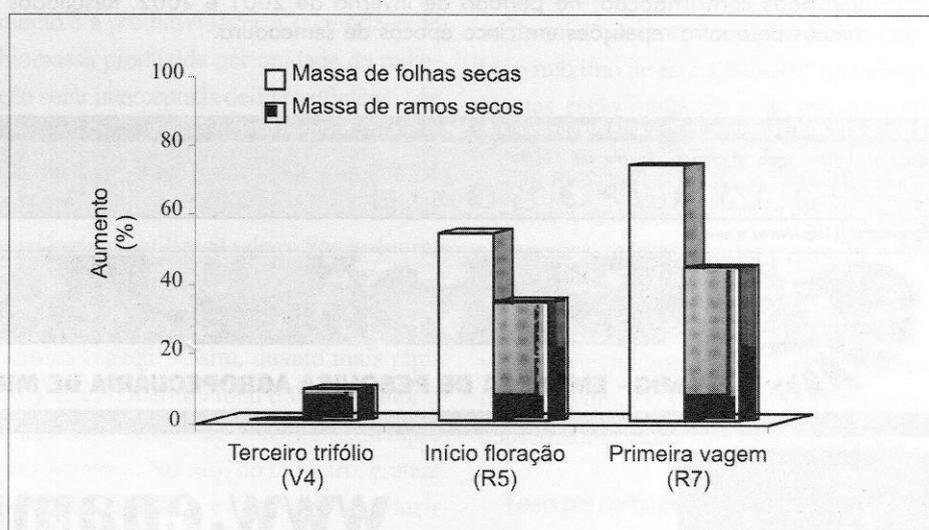


Gráfico 2 - Massa de folhas e ramos secos da cultivar Pérola submetida a altas temperaturas

NOTA: Aumento na massa de folhas e ramos secos da cultivar Pérola submetida por 72 h a 37°C/25°C, dia/noite, 12/12 h, nos estádios V4 (terceiro trifólio), R5 (início da floração) e R7 (início da formação de vagens), avaliado na maturação fisiológica, em comparação com plantas crescidas permanentemente a 22°C/18°C, dia/noite, 12/12 h.

A cultura do feijoeiro, quando submetida a estresse hídrico, apresenta redução na área foliar e aumento da resistência estomática. Quando a diminuição de água ocorre no período de floração, pode haver redução tanto na estatura da planta, quanto no tamanho e no número de vagens e de

sementes por vagem, o que afeta o rendimento da cultura.

Por outro lado, o excesso de água também pode trazer prejuízos à cultura, principalmente se ocorrerem chuvas na época da colheita. Torna-se, então, necessário definir áreas, regiões e períodos de semeadura

mais apropriados ao cultivo do feijoeiro em função da quantidade e, principalmente, da distribuição de chuvas, o que é possível com o zoneamento agroclimático.

A Figura 1 mostra o risco climático que a cultura do feijoeiro está exposta, considerando-se o ciclo da cultivar, a capacidade de armazenamento de água no solo e o período de semeadura, em Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Bahia. Esse estudo baseou-se no balanço hídrico, considerando-se a precipitação, a evapotranspiração potencial e real, a capacidade de armazenamento de água no solo, o coeficiente de cultura e as fases fenológicas da planta. No cálculo do balanço hídrico, é quantificada a relação ET_r/ET_m (evapotranspiração real/evapotranspiração máxima), que expressa a quantidade de água que a planta irá consumir e o total necessário para garantir alta produtividade. Com essa relação é possível definir, em termos de estresse hídrico, se uma localidade, em um dado período, apresenta condições favoráveis ao cultivo do feijoeiro.

Ainda, em relação à Figura 1, observa-se que, com o aumento da capacidade de armazenamento de água no solo, ocorre acréscimo de áreas com baixo risco climático. No entanto, para aumentar a capacidade de armazenamento de água no solo é essencial que ele seja preparado adequadamente, para que haja suprimento das necessidades hídricas da cultura por um período de seca mais longo.

De forma geral, os dados mostram que em semeaduras realizadas após 20 de fevereiro, nos Estados mencionados, a cultura do feijão é de alto risco, exceto em algumas localidades de Mato Grosso e de Mato Grosso do Sul. Nesse estudo, considerou-se apenas a precipitação pluvial como elemento climático limitante à cultura. Obviamente, com a utilização de irrigação, os períodos de semeaduras poderão ser ampliados, mas em algumas áreas pode ocorrer restrição, devido a outros elementos climáticos.

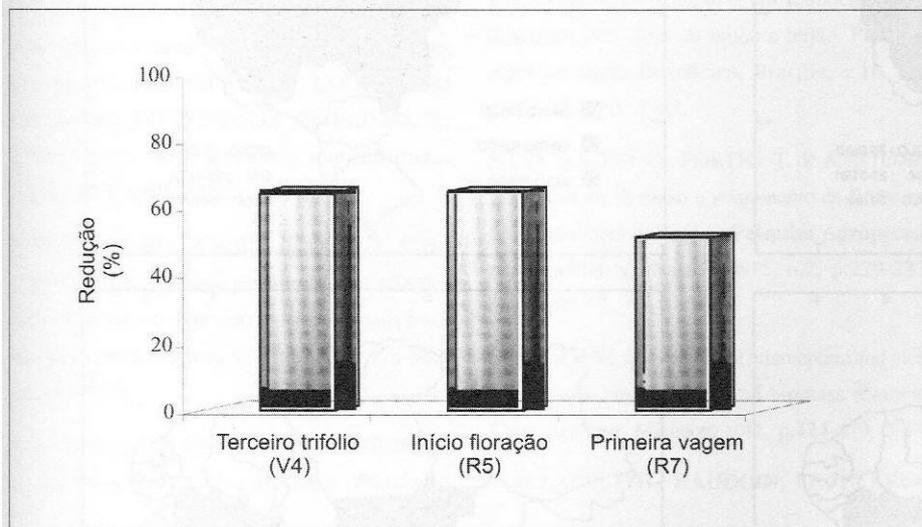


Gráfico 3 - Massa de grãos secos da cultivar Pérola submetida a altas temperaturas

NOTA: Redução na massa de grãos secos na cultivar Pérola, submetida por 72 h a 37°C/25°C, dia/noite, 12/12 h, nos estádios V4 (terceiro trifólio), R5 (início da floração) e R7 (início da formação de vagens), avaliada na maturação fisiológica, em comparação com plantas crescidas permanentemente a 22°C/18°C, dia/noite, 12/12 h.

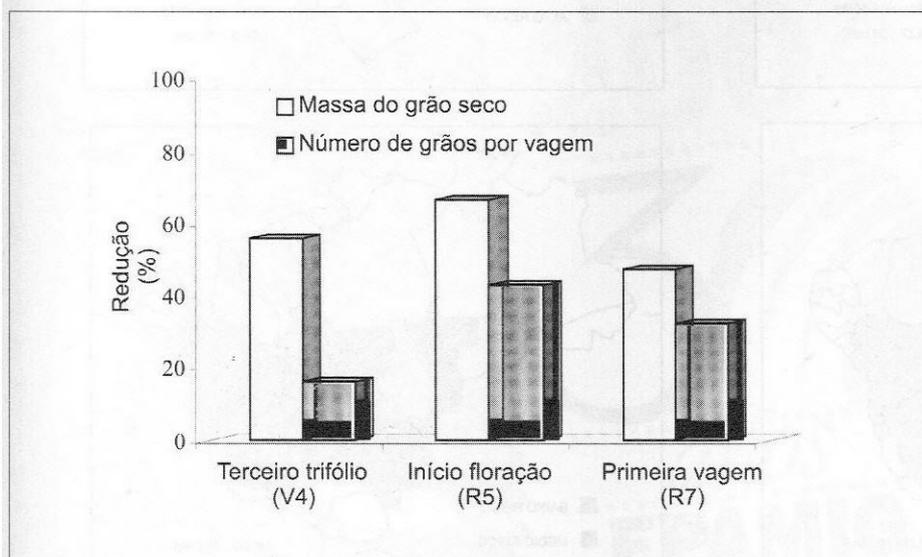


Gráfico 4 - Massa de grãos secos e número de grãos/vagem da cultivar Pérola submetida a altas temperaturas

NOTA: Redução na massa de grãos secos e no número de grãos/vagem na cultivar Pérola, submetida por 72 h a 37°C/25°C, dia/noite, 12/12 h, nos estádios V4 (terceiro trifólio), R5 (início da floração) e R7 (início da formação de vagens), avaliada na maturação fisiológica, em comparação com plantas crescidas permanentemente a 22°C/18°C, dia/noite, 12/12 h.

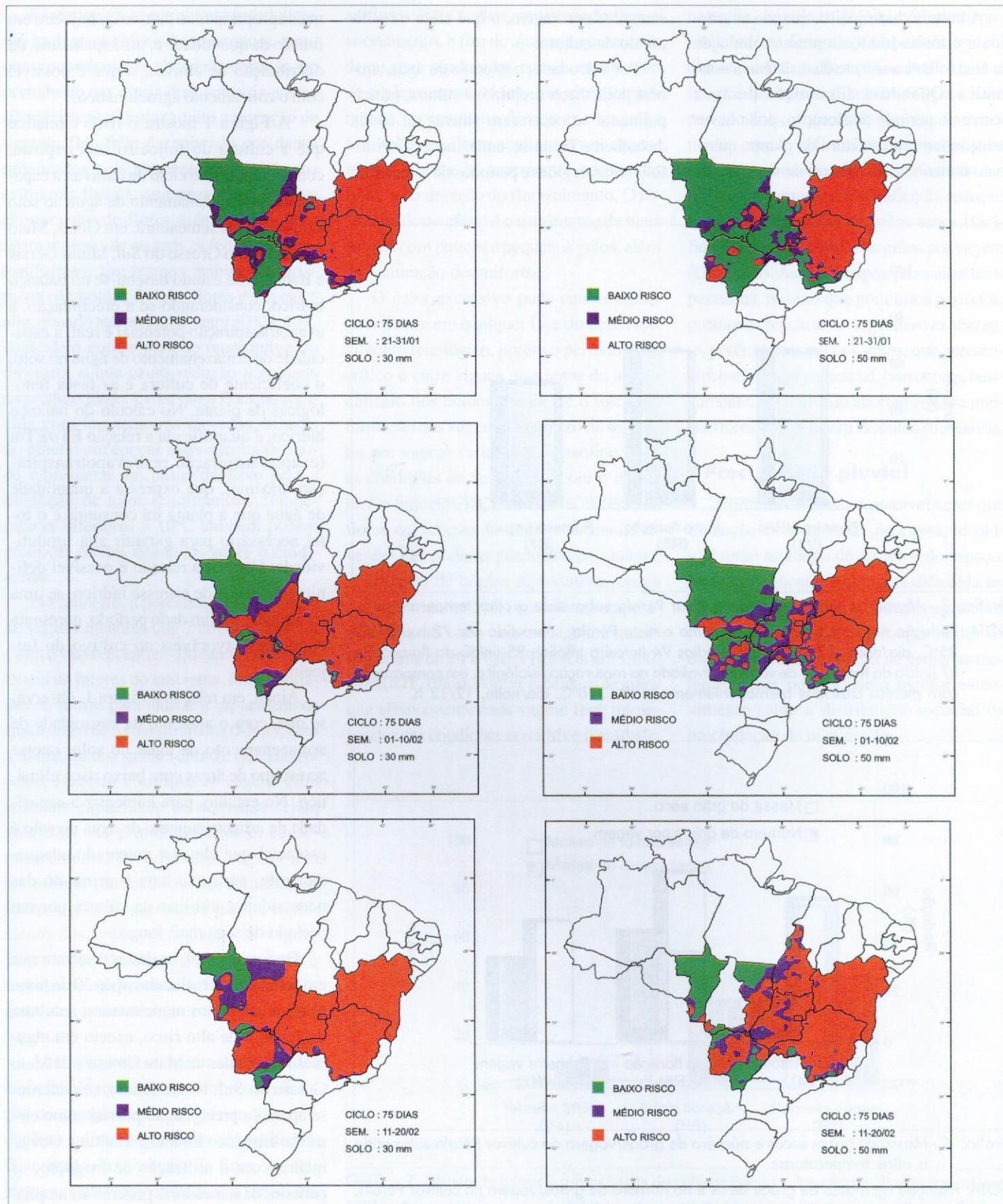


Figura 1 - Espacialização de riscos climáticos para a semeadura de feijoeiro com 75 dias de ciclo

NOTA: Nos períodos de 21 a 31/1; 1 a 10/2 e 11 a 20/2, considerando-se solos com capacidade de armazenamento de água de 30 mm (arenosos) e 50 mm (argilosos).

REFERÊNCIAS

- CARBONELL, S.A.M.; AZEVEDO FILHO, J. A. de; DIAS, L.A. dos S.; GONÇALVES, C.; ANTONIO, C.B. Adaptabilidade e estabilidade de produção de cultivares e linhagens de feijoeiro no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.2, p.69-77, 2001.
- DIDONET, A.D.; MADRIZ, P.M. Abortamento de flores e vagens no feijoeiro: efeito da temperatura e da radiação solar. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p.55-58.
- FERRÃO, M.A.G.; VIEIRA, C.; CRUZ, C.D.; CARDOSO, A.A. Causas genéticas das correlações entre caracteres do feijoeiro avaliados no inverno. **Revista Ceres**, Viçosa, v.48, n.279, p.573-582, set./out. 2001.
- KELLY, J.D.; KOLKMAN, J.M.; SCHNEIDER, K. Breeding for yield in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Euphytica**, Wageningen, v.102, p.345-356, 1998.
- MARIOT, E.J. Ecofisiologia do feijoeiro. In: IAPAR. **O feijão no Paraná**. IAPAR: Londrina, 1989. cap. 2, p.25-41. (IAPAR. Circular, 63)
- PORTES, T. de A.; CARVALHO, J.R.P. de. Área foliar, radiação solar, temperatura do ar e rendimentos em consorciação e em monocultivo de diferentes cultivares de milho e feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.7, p.755-762, jul. 1983.
- SILVEIRA, P.M. da; PORTES, T. de A.; STONE, L.F. Idade de floração e vingamento de flores em duas cultivares de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.15, n.2, p.229-232, abr. 1980.
- SINGER, J.W. Soybean light interception and yield response to row spacing and biomass removal. **Crop Science**, Madison, v.41, p.424-429, 2001.
- WALLACE, D.H.; BAUDOIN, J.P.; BEAVER, J.S.; COYNE, D.P.; HALSETH, D.E.; MASAYA, P.N.; MUNGER, H.M.; MYERS, J.R.; SILBERNAGEL, M.; YOURSTONE, K.S.; ZOBEL, R.W. Improving efficiency of breeding for higher crop yield. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v.86, p.27-40, 1993.
- WHITE, J.W.; GONZÁLEZ, A. Characterization of the negative association between seed yield and seed size among genotypes of common bean. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.23, p.159-175, 1990.
- _____; IZQUIERDO, J. Dry bean: physiology of yield potential and stress tolerance. In: INTERNATIONAL CENTER FOR TROPICAL AGRICULTURE. **Technical cooperation network of food crops production**. Cali, Colômbia, 1989. 81p.
- _____; SINGH, S.P. Source and inheritance of earliness in tropically adapted indeterminate common bean. **Euphytica**, Wageningen, v.55, p.15-19, 1991.

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

2004

30

ANOS

EPAMIG

Desde 1974. Pesquisando para um novo tempo!