

Análise de crescimento do cultivar de feijão Iraí em quatro densidades de semeadura

Adilson Jauer¹, Luiz Marcelo Costa Dutra², Lucio Zobot³, Orlando Antônio Lucca Filho⁴, Daniel Uhry⁵, Marno Elisandro Losekann⁵, Cassiano Stefanelo⁵, Juliano Ricardo Farias⁵ e Marcos Paulo Ludwig⁵

Resumo - O cultivar de feijoeiro comum Iraí, tipo I, foi semeado na safrinha de 2001 em Santa Maria-RS, em quatro populações de plantas (200, 300, 400 e 500 mil plantas ha⁻¹), com o objetivo de observar variações no comportamento de algumas características, através da análise de crescimento. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Foi observado que a área foliar específica da cultivar Iraí eleva-se do florescimento até o início do enchimento de grãos. O incremento no índice de área foliar, a partir do florescimento, ocorre pela expansão do limbo foliar e não pelo aumento no número de folhas. O aumento no número de plantas por unidade de área acelera a senescência das folhas, elevando a área foliar específica, sem influenciar o índice de área foliar. Além disso, aumenta a velocidade de cobertura do solo, melhorando a capacidade de competição do feijoeiro com plantas daninhas.

Palavras-chave: Phaseolus vulgaris L., tipo I, índice de área foliar.

Growth analysis of bean cultivar Iraí in four sowing densities grown in the latter growing season in Santa Maria-RS

Abstract - The common bean cultivar Iraí, type I, was grown during the latter season of 2001 in Santa Maria-RS, in four plant populations (200, 300, 400, and 500 thousand plants ha⁻¹) with the objective of observing the behavior of some traits through growth analysis. The experimental design was randomized blocks with four replications. It was observed that the specific leaf area increases from flowering until the beginning of filling grain. The increment in the leaf area index since flowering is due to expansion of the leaves, and not because an increase in the number of the leaves. The increase of the plants per area unit accelerates the leaf senescence, and brings up the specific area index without changes in leaf area index. Also, causes a higher speed of soil covering, improving the bean plant competition capacity with weeds.

Key words: Phaseolus vulgaris L., type I, leaf area index.

¹ Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Aluno do Curso de Pós-graduação em Agronomia - UFSM, Bolsista CAPES, ajauer@ibest.com.br.

² Engenheiro Agrônomo, Dr. Professor Adjunto, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97119-900, Santa Maria, RS. Autor para correspondência, marcelo@ccr.ufsm.br.

³ Aluno do Curso de Agronomia (UFSM), bolsista CNPq.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Dr. Professor Adjunto, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).

⁵ Aluno do Curso de Agronomia (UFSM).

Recebido para publicação em 16/03/2004

Introdução

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) no Rio Grande do Sul, vem deixando de ser um cultivo essencialmente de pequenos produtores e com baixo nível tecnológico, para ser cultivado por produtores com maior grau de tecnificação, devido ao retorno econômico que este tem proporcionado, além da possibilidade de cultivo em duas épocas: a safra de agosto a outubro e a safrinha, com semeadura em janeiro e fevereiro.

Os cultivares do tipo I, precoces, têm apresentado baixos rendimentos na safrinha. Um dos motivos que limitam a produtividade é o fato da grande maioria das pesquisas terem sido desenvolvidas para as condições de cultivo da safra. Além disso, o atual pacote tecnológico disponível para o feijoeiro foi desenvolvido para plantas dos tipos II e III, as quais apresentam comportamento de crescimento e desenvolvimento bastante distintas das do tipo I. Por isso, torna-se necessário repensar o pacote tecnológico, haja visto o interesse dos produtores em cultivares como o Irai, pois estes proporcionam retorno mais imediato do capital investido, além do seu valor comercial, normalmente superior aos dos demais.

A esse respeito, uma das primeiras práticas considerada na adaptação de uma espécie a uma condição de cultivo é o arranjo de plantas, pelas alterações que determina no microclima, o qual poderá ser o fator limitante à produtividade. As alterações proporcionadas no arranjo de plantas e época de semeadura causam modificações morfo-fisiológicas no feijoeiro. Para melhor entender essas alterações e sua repercussão na planta, faz-se necessária uma análise detalhada do crescimento das plantas.

A sociedade vegetal é dinâmica, sofre variações constantes tanto no número como no tamanho, forma, estrutura e composição química dos indivíduos. A análise quantitativa do crescimento é o primeiro passo na análise da produção vegetal e requer informações que podem ser obtidas sem a necessidade de equipamentos sofisticados. Tais informações são a quantidade de material contido na planta toda e em suas partes (folhas, colmos, raízes e frutos) e o tamanho do aparelho fotossintetizante (PEREIRA e MACHADO, 1987).

Thomé (1982), trabalhando com um cultivar de hábito de crescimento determinado (Irai), ob-

servou que o acúmulo de matéria seca apresentou uma relação direta com o aumento da densidade de semeadura. O autor menciona que o índice de área foliar (IAF) apresenta comportamento diferente segundo épocas de semeadura e estádios de desenvolvimento, e que a taxa de crescimento da cultura (TCC) possui uma estreita dependência do IAF. Segundo Reis e Muller (1979), a densidade de plantio e o tipo de planta influenciam a TCC e o IAF.

O objetivo do presente trabalho foi observar variações no comportamento de algumas características fisiológicas no feijoeiro comum, cultivar tipo I (Irai), na safrinha, em quatro populações de plantas, através da análise de crescimento.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na área do Departamento de Fitotecnia no Campus da Universidade Federal de Santa Maria, no município de Santa Maria - RS, região climática da Depressão Central, a uma altitude de 95 m, latitude 29° 42' 24" S e longitude 53° 48' 42" W.

O clima da região, segundo a classificação de KÖEPPEN (MORENO, 1961) é do tipo Cfa - temperado chuvoso, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e subtropical do ponto de vista térmico. A temperatura média normal do mês mais quente, ocorre em janeiro (24,6 °C) e a do mês mais frio, em junho (12,9 °C). Quanto a média normal das máximas, é de 30,4 °C em janeiro e de 19,2 °C em junho. A média das temperaturas mínimas do mês mais quente é 18,7 °C (dezembro) e 9,3 °C a do mês mais frio (junho) (BRASIL, 1992). A temperatura média na safra (semeadura de agosto a outubro), para Santa Maria, apresenta-se em elevação em agosto (15,0 °C) e dezembro (23,6 °C), enquanto na safrinha (semeadura janeiro e fevereiro) o comportamento é inverso, com a maior temperatura em janeiro (24,8 °C) e a menor em maio (16,6 °C) (Dados de 30 anos, obtidos juntos à estação Meteorológica da Universidade Federal de Santa Maria).

O solo pertence a Unidade de Mapeamento São Pedro, sendo classificado no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999) como Argissolo Vermelho Distrófico arênico.

A correção do solo e a adubação da área foram feitas de acordo com os resultados da análise de solo, segundo as recomendações da ROLAS

(1994) para o feijoeiro, utilizando-se 4,8 toneladas/ha de calcário quatro meses antes da semeadura, com PRNT de 100% e 450 kg ha⁻¹ da formulação 5-20-20 na semeadura. Aos 17 dias após a emergência foi realizada adubação de cobertura com 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de uréia.

O cultivar utilizado foi Iraí (tipo I, hábito de crescimento determinado), nas densidades de semeadura de 200, 300, 400 e 500 mil plantas ha⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de oito linhas com 8,0 m comprimento, espaçadas 0,4 m, com área total de 25,6 m². A área útil constituiu-se de duas linhas centrais, desconsiderando-se 1,0m nas extremidades como bordadura, perfazendo uma área de 4,8 m², para se minimizar ao máximo o efeito de bordadura.

Para a semeadura, foi feita a contagem manual das sementes para cada linha, com sua respectiva densidade de semeadura corrigida para o poder germinativo de 100 % mais cinco por cento, para obtenção da densidade desejada, sendo a semeadura realizada no dia 21 de fevereiro de 2001. A emergência das plantas foi considerada ocorrente quando aproximadamente 50% das plântulas haviam emergido, resultado ocorrido aos seis dias após a semeadura.

Foram executadas as práticas culturais recomendadas para obtenção do controle de pragas, doenças e plantas daninhas, para garantir que o experimento ocorresse sem interferência desses fatores.

A partir dos 14 dias após a emergência (DAE), foram medidas, semanalmente, as taxas de cobertura do solo pelo feijoeiro, até que todos os tratamentos atingissem valores superior a 95 %. Para tal determinação, foi utilizada uma grade de 0,8 m x 1,0 m, dividida com 10 fios de nylon no sentido longitudinal e oito no transversal, totalizando 80 células que eram dispostas sobre as plantas e estimado o percentual de cobertura em cada célula.

As amostras necessárias para a análise de crescimento foram realizadas a partir dos 20 DAE e, subsequentemente, de 15 em 15 dias até os 65 DAE. Para as determinações, em cada amostra,

foram coletadas plantas em 0,40 m lineares por parcela, das quais foram destacados 25 folíolos, de onde foram coletados 50 discos com o auxílio de um vasador com 0,8 cm de diâmetro. Os discos, com área conhecida, juntamente com os folíolos, caules + ramos e legumes foram desidratados separadamente em estufa, com temperatura de 65 °C até alcançarem peso constante. Foram realizadas as seguintes determinações: acúmulo de matéria seca no período de amostragem (folíolos + ramos + caules + legumes), índice de área foliar {IAF= m² de folhas/m² de solo}, razão de área foliar {RAF= área foliar(m²)/matéria seca total (g)}, razão de peso foliar {RPF= matéria seca de folhas(g)/matéria seca total(g).dia}, área foliar específica {AFE= área foliar(m²)/matéria seca de folhas(g)}, taxa de assimilação líquida {TAL= [(matéria seca total 2 - matéria seca total 1)/(área foliar 2 - área foliar 1)/2]}/intervalo de tempo entre as coletas dia}, taxa de crescimento da cultura {TCC= [matéria seca total 2 - matéria seca total 1/ intervalo de tempo entre as coletas(dia)]/m² de solo} e taxa de crescimento relativo {TCR= [matéria seca total 2 - matéria seca total 1/(matéria seca total 2 - matéria seca total 1/2)]/intervalo de tempo entre as coletas (dia)}. As determinações foram realizadas segundo metodologia proposta por Benincasa (1988).

A análise estatística dos dados foi realizada através de análise da variância, para verificar a significância da interação e dos efeitos principais (STORCK e LOPES, 1998), com auxílio do programa estatístico SOC - NTIA (EMBRAPA, 1997).

Resultados e discussão

As maiores populações apresentaram maior taxa de acúmulo de matéria seca (Figura 1), sendo que a tendência para todos os tratamentos foi de aumentar até a última amostragem. Comportamento similar foi observado por Alvim & Alvim (1969), os quais mencionaram que a taxa de produção de matéria seca aumentou em proporção direta com a densidade de semeadura, confirmando os dados de Lucas e Milbourn (1976).

$$Z = -60.13991 + 2.991x - 0.00989861x^2 + 0.032926y + 0.00002294y^2 - 0.0004773xy$$

$$r^2 = 0,95$$

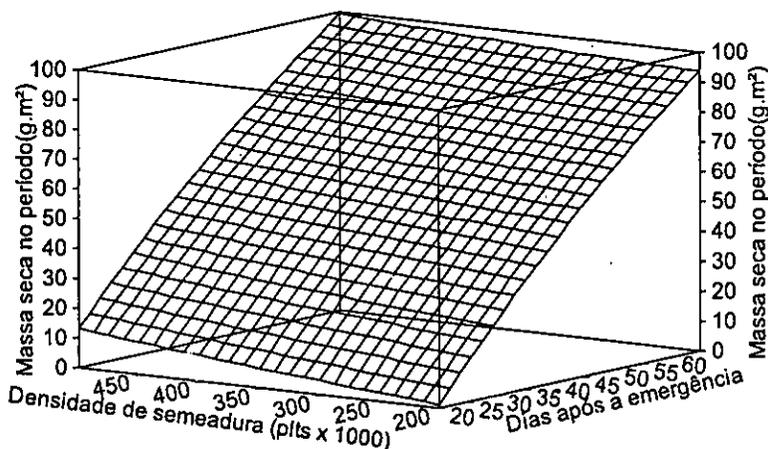


Figura 1. Efeito da densidade de semeadura sobre a matéria seca ($g\ m^2$) do cultivar Iraí (tipo I), à 5% de probabilidade de erro. Santa Maria-RS, 2001

O índice de área foliar (IAF) em função do ciclo (Figura 2) apresentou um comportamento cúbico, atingindo o maior valor aproximadamente 50 DAE (5,42), coincidindo com o início do enchimento de grãos. Considerando que a cultivar em estudo é do tipo I, com hábito de crescimento determinado,

ou seja, após o florescimento não emite mais folhas, o incremento observado deve-se a expansão do limbo foliar e não ao aumento do número de folhas. Não foram observadas diferenças significativas no IAF com a variação da densidade de semeadura, sendo que a média geral do ensaio foi de 3,42.

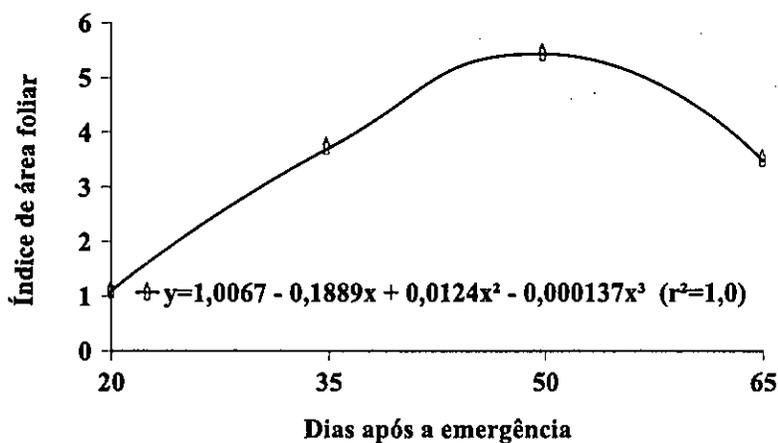


Figura 2. Índice de área foliar em relação aos dias após a emergência do cultivar Iraí (tipo I), à 5% de probabilidade de erro. Santa Maria-RS, 2001.

O IAF depende, dentre outros fatores, do número de folhas, que, por sua vez, depende do número de pontos de crescimento (PEREIRA e MACHADO, 1987). Thomé (1982), com o mesmo cultivar, semeado na safra, encontrou aumento do IAF com a densidade, atingindo valor máximo aos 63 dias após a semeadura (2,18). Destaca também que o IAF apresenta comportamento diferente dependendo da época de semeadura, estando relacionado com as diferentes taxas de desenvolvimento fenológico.

A taxa de crescimento da cultura (TCC) é a variação da matéria seca por unidade de área com o passar do tempo, e representa a capacidade de produção de fitomassa da cultura, isto é, sua produtividade primária (PEREIRA e MACHADO,

1987). Neste experimento (Figura 3), a TCC apresentou o mesmo padrão de comportamento para todas as densidades: uma fase inicial crescente, seguindo-se o declínio. Quanto maior a população de plantas, maior o valor inicial e mais cedo iniciava-se a fase de declínio. A redução no final do ciclo é explicada por Gomes et al. (2000) como consequência da translocação de fotoassimilados para os grãos. Thomé (1982) não detectou influência da população sobre esta característica; no entanto, o valor máximo encontrado em seu experimento ($6,21 \text{ g m}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ aos 50 DAE) é menor do que o máximo observado neste experimento ($17,24 \text{ g m}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), demonstrando a importância das condições ambientais no desempenho do genótipo.

$$Z = -28.98574767 + 1.85594478x - 0.01366474x^2 - 0.00077361y + 0.00011866y^2 - 0.001762xy$$

$$r^2 = 0,51$$

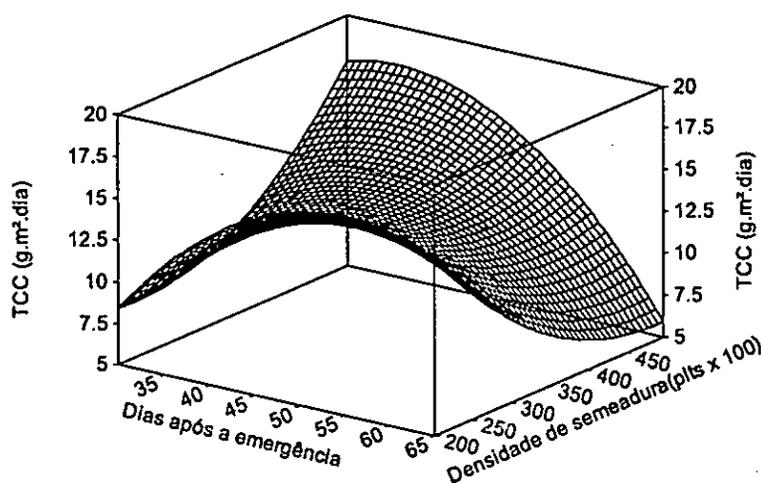


Figura 3. Efeito da densidade de semeadura sobre a taxa de crescimento da cultura (TCC) no período para o cultivar Iraí (tipo I), à 5% de probabilidade de erro. Santa Maria-RS, 2001

Fahl et al. (1982); Thomé (1982) e Urchei et al. (2000) mencionam que existe uma linearidade entre IAF e TCC. Isso pode ser constatado pela similaridade da evolução no tempo das curvas do IAF (Figura 2) e TCC (Figura 3).

A taxa de crescimento relativo (TCR), (Figura 4), representa a quantidade de material produzido por unidade de material já existente (PEREIRA e MACHADO, 1987). Entre 250 e 300 mil plantas ha^{-1} observa-se uma redução na eficiência produtiva da cultivar Iraí. Além disso, ocorre um aumento até aproximadamente 45 dias (fim do florescimento), quando começa a diminuir, sendo que os maiores valores foram alcançados pela população de 500 mil

plantas ha^{-1} , atingindo valores negativos a partir do florescimento nas populações menos densas, pois o acúmulo de matéria seca ocorre com a perda de folhas. Urchei et al. (2000) avaliando o efeito do plantio direto e convencional através da análise de crescimento, menciona que a TCR apresenta um declínio com o desenvolvimento do ciclo fenológico, sendo este comportamento explicado pelo autor como devido à crescente atividade respiratória e pelo autossombreamento, apresentando valores negativos pela morte de folhas e gemas. Os dados apontam para a tendência de plantas em menores populações apresentarem maior eficiência em formar matéria a partir da matéria pré-existente.

$$Z=1.01001347 - 0.03924864x + 0.00032726x^2 + 0.00075169y - 0.00000169y^2 + 0.000000614xy$$

$$r^2=0,62$$

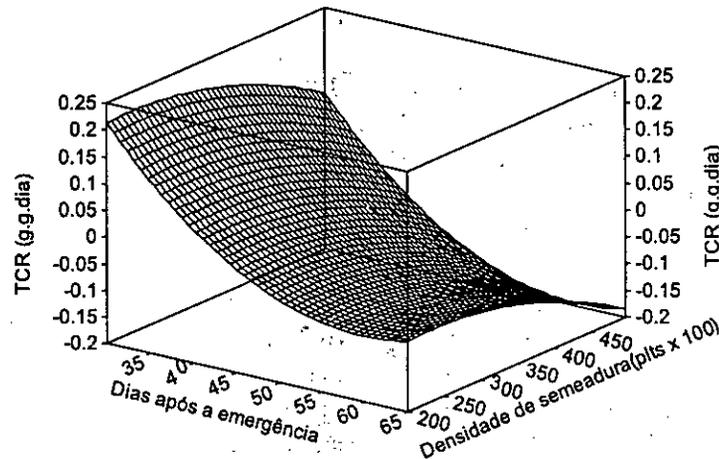


Figura 4. Efeito da densidade de semeadura sobre a taxa de crescimento relativo (TCR) no período para o cultivar Iraí (tipo I), à 5% de probabilidade de erro. Santa Maria-RS, 2001

A taxa de assimilação líquida (TAL), (Figura 5), decresceu linearmente com o tempo, tal qual a TCR, confirmando as afirmações de Benincasa (1988) e Urchei et al. (2000) de que haveria uma relação entre TCR e TAL. Gomes et al. (2000) observaram que os maiores valores de TAL ocor-

rem na fase vegetativa, apresentando uma tendência de redução com a expansão foliar, principalmente em virtude do autossombreamento, podendo até atingir valores negativos em respostas à redução da biomassa do final do ciclo.

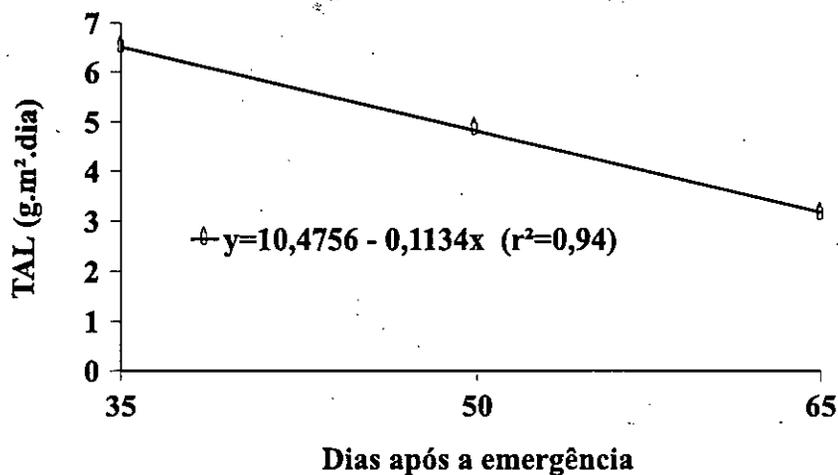


Figura 5. Taxa de assimilação líquida (TAL) em função dos dias após a emergência do cultivar Iraí (tipo I), à 5% de probabilidade de erro. Santa Maria-RS, 2001.

Entre os tratamentos, as populações intermediárias apresentaram o menor valor da TAL (Figura 6), mostrando que a maior eficiência em formar matéria seca na população de 200 mil plantas/ha⁻¹, deve-se a maior fotossíntese líquida por unidade de área foliar, provavelmente pelo menor coeficiente de extinção de luz. Com 300

e 400 mil plantas ha⁻¹ a TAL diminui, provavelmente pelo autossombreamento. A elevação da TAL na densidade de 500 mil plantas/ha provavelmente deva-se ao recobrimento mais rápido do solo nesta densidade (Figura 7), permitindo um acúmulo de matéria seca mais cedo durante o ciclo (Figuras 1 e 3).

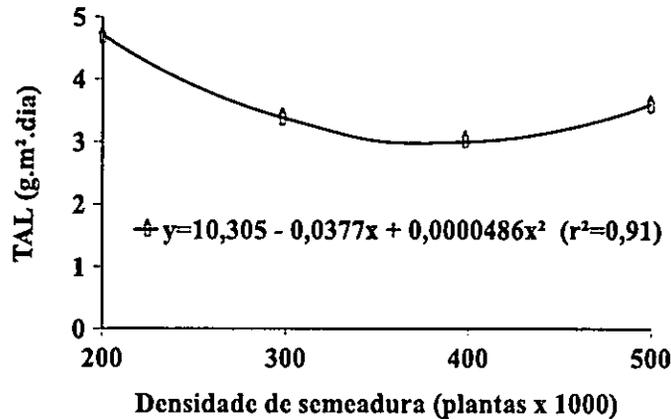


Figura 6. Taxa de assimilação líquida (TAL) em função da densidade de semeadura para o cultivar Iraí (tipo I), à 5% de probabilidade de erro. Santa Maria-RS, 2001.

Somente as densidades mais altas, 400 e 500 mil plantas ha⁻¹, permitiram que o dossel alcançasse 100 % de cobertura (Figura 7). O fechamento da cultura exerce efeito competitivo sobre as plantas invasoras, principalmente por luz e espaço físico, resultando em um controle eficiente. Segundo Vieira (1970), o período mais sensível de competição com invasoras que ocasiona sérias perdas no rendimento, situa-se entre 10 e 30 DAE. Aos 30 DAE, a cobertura do solo para cada uma das populações testadas, foi de: 200.000=67%, 300.000=78%, 400.000=84% e 500.000 plantas/ha=88%, demonstrando o potencial crescente de

controle de plantas daninhas das populações testadas. Shibles e Weber, citados por Thomé (1982), mencionam que os totais de matéria seca produzidos por um cultivo, consequência da transformação da energia solar em energia química, dependem da percentagem de energia interceptada e da eficiência de utilização da mesma. Estes autores mencionam o efeito do espaçamento entre linhas e da densidade de semeadura sobre a produção de matéria seca e informam que o mais eficiente arranjo de plantas na interceptação de energia é o que apresenta a maior cobertura superficial total durante o ciclo de crescimento.

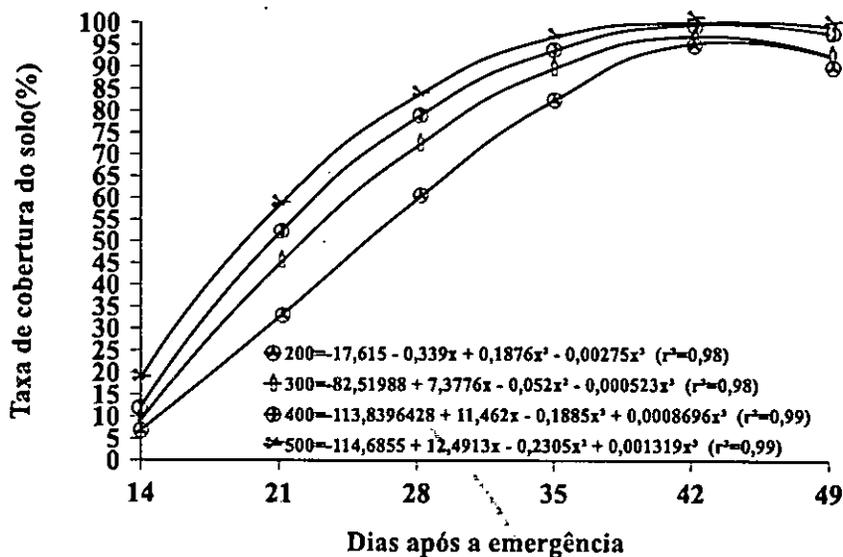


Figura 7. Taxa de cobertura do solo em função dos dias após a emergência do cultivar Iraí (tipo I), à 5% de probabilidade de erro. Santa Maria-RS, 2001

A razão de área foliar (RAF) é o quociente entre a área foliar e a matéria seca total da planta, podendo ser expressa pelo produto da RPF e AFE. Para a maioria das culturas, a RAF aumenta rapidamente até um máximo no período vegetativo, decrescendo, posteriormente, com o desenvolvimento da cultura. Esse comportamento indica que, inicialmente, a maior parte do material fotossintetizado é convertido em folhas, visando a maior captação da radiação solar disponível (PEREIRA e MACHADO, 1987). No presente expe-

rimento (Figura 8), confirmando a afirmação anterior, a RAF apresentou comportamento cúbico, sendo decrescente com o tempo. Não foram detectadas diferenças significativas para RAF em função da densidade, apresentando um valor médio de 0,014 m²/g⁻¹, acompanhando a ausência de variação significativa no IAF em função dos tratamentos. O mesmo comportamento foi observado por Urchei et al. (2000), os quais mencionam que a redução ocorre com o surgimento de tecidos não fotossintetizantes.

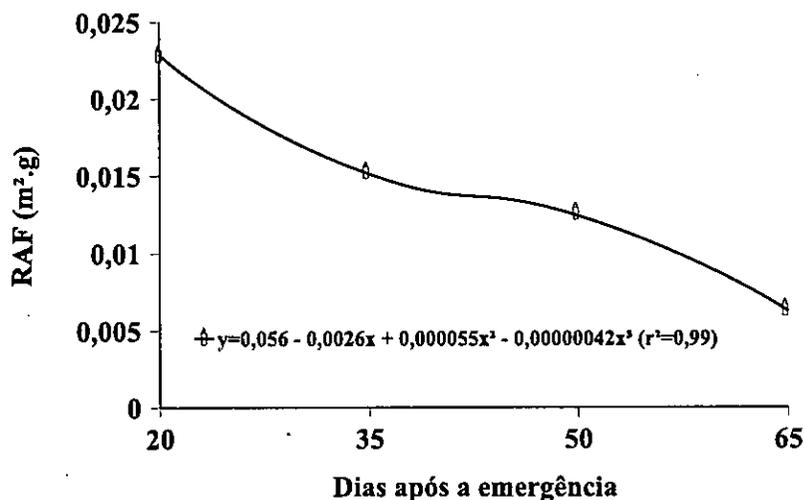


Figura 8. Razão de área foliar (RAF) em função dos dias após a emergência do cultivar Irai (tipo I), à 5% de probabilidade de erro. Santa Maria-RS, 2001.

A razão de peso foliar (RPF) (Figura 9), que descreve a proporção do peso total que forma as folhas, apresentou um comportamento linear, inversamente proporcional ao número de plantas por área, sendo que com 200 mil plantas/ha apresentou o maior valor (0,48 g/g⁻¹) e o menor valor com 500 mil plantas/ha (0,42 g/g⁻¹). Este padrão de redistribuição do material assimilado explica-se pela formação de uma camada densa de folhas no terço superior do dossel do feijoeiro, que intercepta a maior parte da luz incidente. Quanto maior for a densidade de plantas, mais densa tende a ser esta camada superior, e mais fina, pois com a redução da luz disponível para o interior do dossel ocorre uma senescência mais intensa das folhas sombreadas, reduzindo a quantidade de matéria seca de folhas, em relação à maté-

ria seca total. Para as diferentes épocas amostradas (Figura 10) foi observado um comportamento cúbico, com maior valor aos 20 DAE. A RPF diminui durante o ciclo da cultura, porém observa-se que, durante o florescimento até aproximadamente o início do enchimento de grãos, a velocidade de redução é maior. Considerando que neste momento fisiológico ainda está ocorrendo aumento do IAF (Figura 8), sem aumento do número de folhas, entende-se que o incremento do IAF é função da expansão do limbo foliar, reduzindo o conteúdo das folhas. A área foliar específica (AFE) (Figura 11), que mede a densidade das folhas, demonstra que, do florescimento ao início do enchimento de grãos, ocorre uma redução no peso por unidade de área foliar, comprovando a explicação anterior.

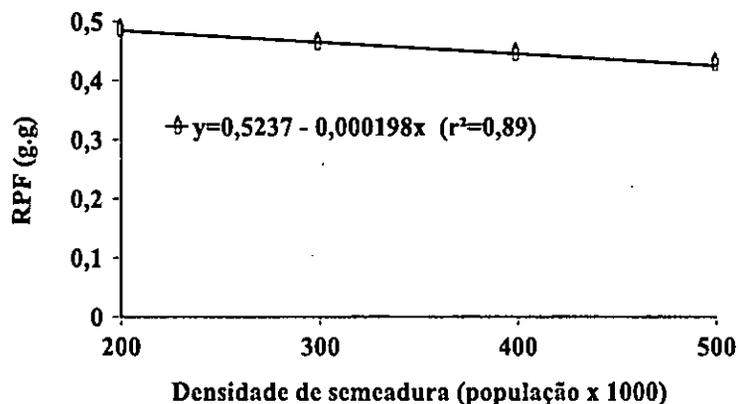


Figura 9. Efeito da densidade de semeadura sobre a razão de peso foliar (RPF) do cultivar Iraí (tipo I), à 5% de probabilidade de erro. Santa Maria-RS, 2001.

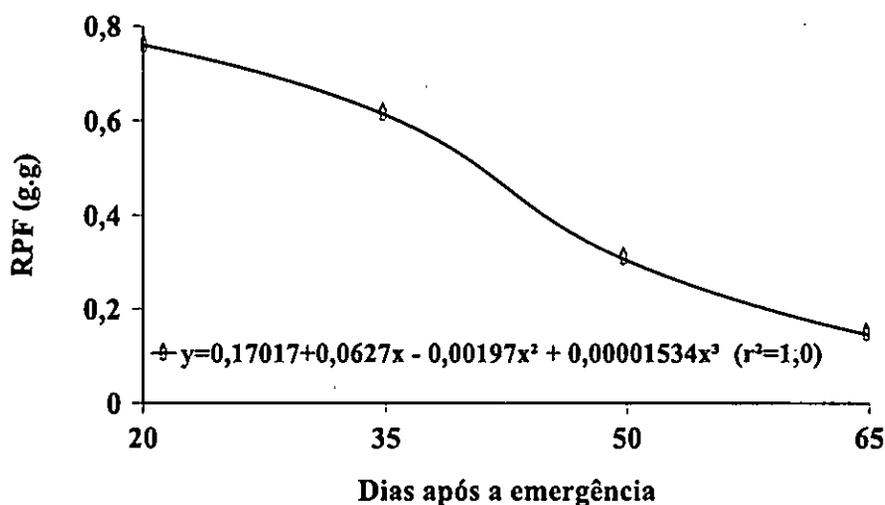


Figura 10. Razão de peso foliar (RPF) em função dos dias após a emergência do cultivar Iraí (tipo I), à 5% de probabilidade de erro. Santa Maria-RS, 2001.

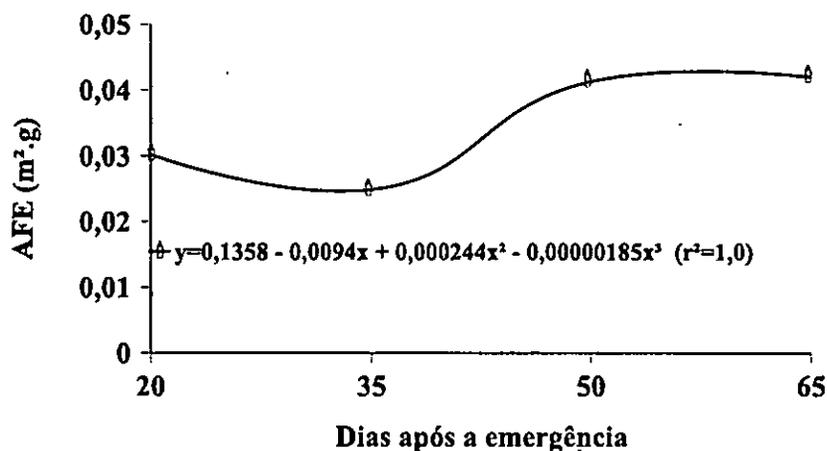


Figura 11. Área foliar específica (AFE) em função dos dias após a emergência da cultivar Iraí (tipo I), à 5% de probabilidade de erro. Santa Maria-RS, 2001.

A AFE (Figura 12) apresenta maiores valores com aumento do número de plantas por unidade de área. Este comportamento é explicado pela maior expansão do limbo foliar para aumentar a

superfície de captação de energia luminosa, devido a crescente redução no número de folhas, conforme foi mencionado na análise da RAF.

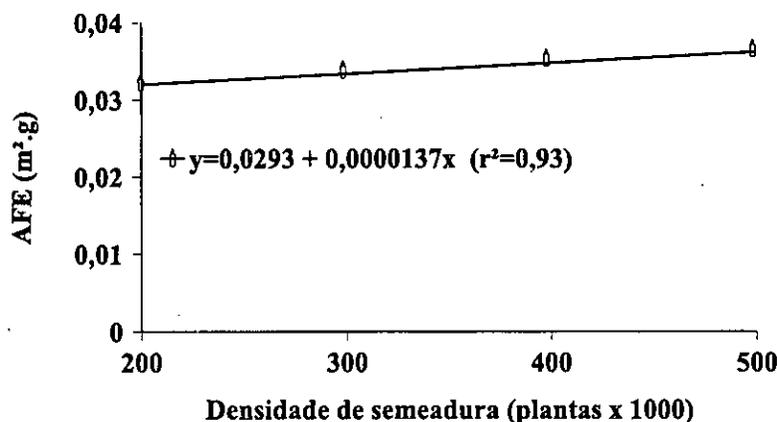


Figura 12. Efeito da densidade de semeadura sobre a área foliar específica (AFE) do cultivar Iraí (tipo I), à 5% de probabilidade de erro. Santa Maria-RS, 2001

Conclusões

O incremento no Índice de Área Foliar, a partir do florescimento, ocorre pela expansão do limbo foliar.

A elevação do número de plantas acelera a senescência das folhas, promovendo o aumento da Área Foliar específica, sem influenciar o IAF.

O aumento do número de plantas aumenta a velocidade de cobertura do solo, melhorando a capacidade de competição das plantas de feijoeiro com as plantas daninhas.

A AFE eleva-se do florescimento até o início do enchimento de grãos.

O IAF e a Razão de Área Foliar não são influenciadas pelas variações na população de plantas.

Referências

ALVIM, R.; ALVIM, P. de T. Efeito da Densidade de Plantio no Aproveitamento da Energia Luminosa pelo Milho (*Zea mays*) e pelo Feijão (*Phaseolus vulgaris*), em Culturas Exclusivas e Consorciadas. *Turrialba*, São José, v. 19, n.3, p. 389-393, jul-set, 1969.

BENINCASA, M.M.P. *Análise de Crescimento: Noções Básicas*. Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 1988. 42 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Oitavo Distrito de Meteorologia - 80 DISME. *Normais Climatológicas Obtidas com Dados do Período 1961-1990*. Brasília, 1992. p.84.

EMBRAPA. *Ambiente de Software NTIA, Versão 4.2.2: Manual do Usuário - Ferramental Estatístico*. Campinas: Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a Agricultura, 1997. 258p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: EMBRAPA Produção de Informações; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999. 412p.

FAHL, I.J. et al. Características Fisiológicas de Três Cultivares de Mandioca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.17, n.3, p.399-405, mar.1982.

GOMES A.A. et al. Acumulação de Biomassa, Características Fisiológicas e Rendimento de Grãos em Cultivares de Feijoeiro Irrigado e sob Sequeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.10, p.1927-1937, out. 2000.

LUCAS, E.O.; MILBOURN, G.M. The Effect of Density of Planting on the Growth of Two *Phaseolus vulgaris* Varieties in England. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v.81, n.1, p.89-99, 1976.

MORENO, J.A. *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre : Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Seção de Geografia, 1961. 46p.

PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. *Análise Quantitativa do Crescimento de Comunidades Vegetais*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1987. 33p. (Boletim Técnico, 114).

REIS, G.G. dos.; MÜLLER, M.W. *Análise de Crescimento de Plantas: Mensuração de Crescimento*. Belém: FCPAP, 1979. 39p.

ROLAS. *Recomendações de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. 3. ed. Passo Fundo: SBSC-Núcleo Regional Sul, 1994. 224p.

STORCK, L.; LOPES, S.J. *Experimentação II*. 2. ed. Santa Maria: UFSM, CCR, Departamento de Fitotecnia, 1998. 205p.

THOMÉ, V.M.R. *Crescimento, Desenvolvimento e Rendimento de Grãos de uma Cultivar de Feijoeiro de Hábito de Crescimento Arbustivo Determinado, em Função da Época de Semeadura, Espaçamento entre Linhas e Densidade de Plantas*. 1982. 139f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

URCHEI, M.A.; RODRIGUES, J.D.; STONE, L.F. *Análise de Crescimento de Duas Cultivares de Feijoeiro sob Irrigação, em Plantio Direto e Preparo Convencional*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n3, p.497-506, abr-jun, 2000.

VIEIRA, C. *Períodos Críticos de Competição entre Ervas Daninhas e a Cultura do Feijão (Phaseolus vulgaris L.)*. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 17, n. 94, p. 354-357, jul-set, 1970.