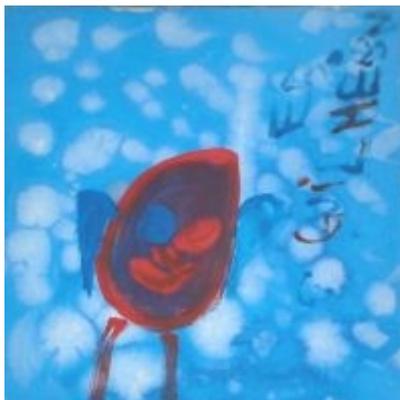


Efeito do fotoperíodo e da temperatura do ar no desenvolvimento da área foliar em soja (*Glycine max* (L.) Merrill)

Osmar Rodrigues¹, Mauro C. Teixeira¹, Agostinho Didonet², Julio C. B. Lambhy¹, Isabel Sório³



Passo Fundo, RS

2006

Resumo

O Índice de Área Foliar (IAF) é ferramenta importante para adequar culturas à máxima interceptação da radiação solar, e conseqüentemente potencializar o rendimento de grãos. Fatores de ambiente como temperatura e fotoperíodo condicionam o IAF de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Grupos de maturação e, mesmo genótipos em um mesmo grupo de maturação, apresentam sensibilidade e resposta diferentes a estes fatores. O objetivo do presente estudo foi: a) avaliar o efeito do fotoperíodo e da temperatura do ar no desenvolvimento e na produção de área foliar em oito cultivares e uma linhagem de soja, pertencentes a diferentes grupos de maturação; e b) avaliar a capacidade de genótipos com período juvenil longo, de produção de área foliar fora das épocas ótimas de semeadura. No Planalto Médio do RS (> 28° S lat) foram estudados durante os anos agrícolas de 1995/96 e 1996/97, oito cultivares e uma linhagem [FT Cometa (GM V), Ocepar 6, Ocepar 3 (GM VI), Ocepar 14, BR 16 (GM VII), FT Abyara (GM VIII), Ocepar 8, Ocepar 9 e BR 83147 (Período Juvenil Longo)],

¹ Embrapa Trigo. Rodovia BR 285, km 294, Cx. P. 451, CEP 99001-970. Passo Fundo, RS, Brasil. E-mail: osmar@cnpt.embrapa.br.

² Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 74001-970 Goiânia, GO. E-mail: didonet@cnpaf.embrapa.br.

³ Acadêmica da Faculdade de Agronomia da Universidade de Passo Fundo.

semeadas em cinco épocas diferentes, correspondentes a meados de setembro, outubro, novembro, dezembro e janeiro, respectivamente. O ensaio foi estabelecido com população equivalente a 300.000 plantas por hectare em espaçamento de 0,5 metro entre linhas e uso de irrigação para manutenção de balanço hídrico positivo. Observou-se que o desenvolvimento da área foliar está mais associado à temperatura do que ao fotoperíodo, exceção aos genótipos com período juvenil longo, cujo IAF esteve mais associado ao fotoperíodo. Houve variação do IAF entre as épocas de semeadura e entre os materiais estudados. Cultivares precoces sob condições de temperatura baixa não desenvolvem área foliar suficiente para sustentar um IAF crítico (3,5 - 4,0). A obtenção de adequado nível de produção de área foliar em épocas de semeadura precoce é possível através do uso de variedades juvenis, comparativamente aos demais grupos de maturação de soja estudados. Os baixos valores de IAF na época de semeadura tardia (janeiro), estiveram fortemente associados à duração do subperíodo (VE-R3).

Abstract

The Leaf Area Index (LAI) is an important tool for adjusting crops to maximum radiation interception and maximizing grain yield. Environmental factors such as temperature and photoperiod can influence the LAI of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). Different maturity groups, and even different genotypes within the same maturity group, present different response and sensitivity to these factors. The purpose of the present study was to investigate the effect of photoperiod and temperature in determining the LAI in soybean, using different genotypes and maturity groups in the sub-period VE-R3. The research was carried out in Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brazil ($> 28^{\circ}$ S lat) and during 1995/96 and 1996/97 growing seasons. Eight cultivars and one lineage [FT Cometa (GM V), Ocepar 6, Ocepar 3 (GM VI), Ocepar 14, BR 16 (GM VII), FT Abyara (GM VIII), Ocepar 8, Ocepar 9 e BR 83147 (Long Juvenile Period)], were sown in five different dates corresponding to mid September, October, November, December, and January. The experiment involved a population equivalent to 300,000 plants per hectare and inter-row spacing of 0.5 meters. Irrigation was used for sustaining a positive water balance. It was observed that leaf area development was more strongly associated to temperature than to photoperiod, with the exception of genotypes of long juvenile period whose LAI was more strongly associated to photoperiod. LAI also varied between different sowing dates and materials. Under low temperature, early cultivars did not develop enough leaf area to sustain a critical LAI (3.5 – 4.0). Compared to other maturity groups, juvenile materials presented better LAI performance at early sowing. Adequate levels of leaf area, considering different sowing dates, can be achieved through the use of juvenile cultivars. Low LAI values in late

sowing dates (January) were strongly associated to duration of the sub-period (VE-R3).

Introdução

A cultura de soja na região do Planalto do RS tinha em 1995, semeadura recomendada a partir de 11 de outubro até 10 de dezembro, com recomendação diferenciada para as cultivares em função do ciclo (precoce, média e tardia)(Reunião,1995). A definição da época de semeadura dentro desse período é baseada em condições climáticas disponíveis, a fim de evitar perdas de rendimento de grãos (Berlato & Westphalen, 1971; Mota et al., 1974; Barni & Bergamaschi,1981; Barni et al.,1985). A principal razão de perda de rendimento de grãos em épocas tardias, principalmente em época de semeadura em dezembro, é devido ao inadequado crescimento vegetativo em função do florescimento precoce (Bonato et al. 1998), e à ineficiência na utilização dos recursos de ambiente disponíveis (radiação, temperatura). O florescimento prematuro, induzido por fotoperíodo curto, também tem sido apontado no sul do EUA como principal fator de redução de produtividade (Board & Hall, 1984) de soja. As épocas de semeadura fora de períodos ótimos, no sul do Brasil, ocorrem por vários motivos, entre eles pode-se destacar os diferentes modelos de produção nos quais a cultura da soja está inserida. Nestes, o duplo cultivo, cereais de inverno/soja por exemplo, em diferentes partes do mundo e em especial no Brasil, tem grande importância econômica, e é um dos principais sistemas de produção no Planalto do RS (Santos et al., 1999). Esta situação tem forçado a semeadura de soja à épocas mais tardias em alguns anos. Outra característica que condiciona os sistemas de produção, refere-se à presença de déficits hídricos freqüentes durante o desenvolvimento da cultura, e que tem condicionado o produtor na utilização da época de semeadura como estratégia de escape, evitando assim, maiores perdas em rendimento de grãos.

A utilização inadequada de cultivares (grupos de maturação) nas diferentes épocas, é outro fator que pode limitar o rendimento de grãos. Isso pode afetar o crescimento, tanto vegetativo como reprodutivo, pelo efeito da temperatura e do fotoperíodo sobre a duração destes subperíodos, especialmente em cultivares de ciclo mais precoce. Nesse grupo, a redução do tempo para o florescimento pode ter reflexo negativo no desenvolvimento da área foliar, e conseqüente otimização do aproveitamento dos fatores primários da produção orgânica (radiação solar, fotossíntese). A eficiente utilização da radiação por uma cultura, requer a máxima absorção da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) pelos tecidos fotossintetizantes. Neste contexto, as folhas constituem-se nos principais órgãos. Portanto, o rápido estabelecimento e manutenção de um

ótimo índice de área foliar (IAF) são importantes para maximizar a interceptação da RFA e conseqüentemente, a fotossíntese no dossel.

A área foliar em soja é determinada pelo tamanho, pelo número de folhas e pela taxa de senescência. O número de folhas por sua vez, depende da taxa de desenvolvimento e da manutenção destas folhas verdes no caule e ramos laterais. O incremento de carbono na planta de soja, não está somente relacionado à taxa de troca de CO₂ (TTC) das folhas individualmente, mas também à área total de folhas da planta e à duração da área foliar (Begônia et al., 1987). A interceptação de luz pelo dossel deveria aumentar até certo valor de IAF, no qual a interceptação da RFA fosse máxima (IAF crítico). Na cultura de soja, este valor pertence ao intervalo 3,5-4,0, quando a cultura encontra-se no estágio R1 (Board & Harville, 1992). O tempo que a soja tem para atingir esse IAF crítico, depende dos fatores de ambiente, principalmente fotoperíodo e temperatura. Há indicativos, dependendo da temperatura e de outras condições de crescimento, da necessidade mínima de 42 a 58 dias para que uma cultivar com hábito de crescimento determinado atinja o estágio R1, e proporcione produção de grãos aceitável. Durações de fotoperíodo muito curtas provocam indução precoce à floração, limitando o número de nós, a área foliar máxima, o estabelecimento dos destinos e o acúmulo de matéria seca nas sementes (Cáffaro et al., 1998; Board & Settimi, 1986; Hanson, 1985). A influência da temperatura e do fotoperíodo no florescimento prematuro em cultivares de soja de vários grupos de maturação foi estudado por Board & Hall (1984), que observaram que a temperatura de 27°C, comparada à temperatura mais baixa (21°C), reduziu a duração do subperíodo para o aparecimento das primeiras flores, e esta redução foi tanto maior sob dias curtos do que sob dias longos. Ainda, este efeito foi maior nas cultivares do grupo de maturação VI e VII, comparativamente às cultivares do grupo V.

Um melhor aproveitamento do IAF como ferramenta de potencialização do rendimento de grãos, pode ser obtido através do manejo de genótipos de diferentes grupos de maturação. Épocas de semeadura em que o IAF formado situa-se abaixo do crítico, genótipos com florescimento tardio, e conseqüente maior tempo para o desenvolvimento da área foliar, poderiam ser utilizados. Neste aspecto, afora as cultivares tardias convencionais, têm sido introduzidos por Hartwig & Kuhl (1979), materiais que apresentam um período vegetativo longo sob condições de fotoperíodo curto (juvenil). Esta característica é dada por um gene recessivo (Ray et al., 1995). Por outro lado, em um mesmo genótipo, o melhor IAF poderia ser obtido através do manejo do espaçamento e da população (densidade de plantas). Várias estratégias têm sido usadas para aumentar o IAF, entre elas, a redução do espaçamento entre fileiras. Neste tipo de arranjo, o aumento da produção de grãos tem sido atribuído à grande interceptação de luz (Shibles & Weber, 1966; Taylor et al., 1982), decorrente do aumento do IAF e/ou do aumento da interceptação da radiação por unidade de área (Eficiência do uso da radiação-EUR), devido a um arranjo mais

adequado das plantas. Ainda, sob espaçamentos menores, há um acúmulo de área foliar mais rápido do que sob espaçamentos mais amplos, e o IAF parece ser o fator principal para interceptação de luz (Bard & Harville, 1992).

Variações na época de semeadura, às quais a cultura de soja está sujeita no Planalto do RS, expõem a cultura a diferentes combinações de fotoperíodo e temperatura. Estas combinações, com reflexos diferenciados entre cultivares através da duração de ciclo, repercutem no desenvolvimento da área foliar e na captação de radiação, podendo constituir-se em fator importante para o manejo da cultura nos diversos sistemas. Assim, os objetivos do presente estudo foram: a) avaliar o efeito do fotoperíodo e da temperatura do ar no desenvolvimento e na produção de área foliar em oito cultivares e uma linhagem de soja, pertencentes à diferentes grupos de maturação; e b) determinar a capacidade de produção de área foliar de genótipos com período juvenil longo (Hartwig & Kuhl, 1979), fora da época ótima de semeadura.

Material e métodos

O experimento foi conduzido durante os anos agrícolas de 1995/96 e 1996/97, na área experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, em Passo Fundo (28°15'S 52°24'W), Rio Grande do Sul. As parcelas foram localizadas em Latossolo Vermelho escuro distrófico (LE), com as seguintes características químicas: ano 95/96 ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 5,7$; $\text{pH}_{\text{SMP}} = 5,8$; $\text{Al}^{+++} = 0,05 \text{ cmol}_c/\text{dcm}^3$; $\text{Ca}^{++} = 4,66 \text{ cmol}_c/\text{dcm}^3$; $\text{Mg}^{++} = 3,0 \text{ cmol}_c/\text{dcm}^3$; $\text{P} = 15,5 \text{ mg}/\text{dcm}^3$; $\text{K} = 120 \text{ mg}/\text{dcm}^3$; e $\text{MO} = 26 \text{ g}/\text{dcm}^3$), e ano 96/97 ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 5,8$; $\text{pH}_{\text{SMP}} = 6,2$; $\text{Al}^{+++} = 0,125 \text{ cmol}_c/\text{dcm}^3$; $\text{Ca}^{++} = 4,1 \text{ cmol}_c/\text{dcm}^3$; $\text{Mg}^{++} = 2,35 \text{ cmol}_c/\text{dcm}^3$; $\text{P} = 22 \text{ mg}/\text{dcm}^3$; $\text{K} = 123 \text{ mg}/\text{dcm}^3$; e $\text{MO} = 22 \text{ g}/\text{dcm}^3$).

Foram utilizados oito cultivares e uma linhagem [FT Cometa (GM V), Ocepar 6, Ocepar 3 (GM VI), Ocepar 14, BR 16 (GM VII), FT Abyara (GM VIII), Ocepar 8, Ocepar 9 e BR 83147 (Período Juvenil Longo)]. A escolha dos materiais foi realizada em função da sua distinta sensibilidade ao fator termo-fotoperíodo e de seus diferentes hábitos de crescimento. As datas de semeadura foram 17/09, 11/10, 16/11, 12/12 e 05/01, no ano agrícola de 1995/96. No ano seguinte, as datas foram 18/09, 17/10, 12/11, 17/12 e 17/01, respectivamente.

Antes da semeadura, as sementes foram inoculadas com *Rhizobium sp.*, usando-se inoculante específico e a dose recomendada. O ensaio foi estabelecido sob sistema plantio direto sobre palha de aveia, com população de 300.000 plantas ha^{-1} , e espaçamento de 0,50m entre linhas. A adubação de base foi efetuada com 300 kg ha^{-1} na formulação NPK 0-20-30. Foi realizado controle químico de pragas e plantas daninhas. Durante o período 1995/96, fez-se necessário o uso de irrigações de 15 mm nos dias 23/12, 03/01, 11/01

e 12/01. Já no período seguinte (1996/97), nos meses de dezembro, março e abril, foram aplicadas irrigações de 22 mm, 28 mm e 54 mm, respectivamente

Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, em que a parcela principal consistiu na época de semeadura e as subparcelas corresponderam às cultivares, com três repetições no primeiro ano e quatro no segundo ano. A área de cada subparcela correspondeu à 24 m², sendo constituída por oito linhas com 5 metros de comprimento cada. As linhas externas de cada parcela foram consideradas borda, as linhas 2, 3, 6 e 7 foram usadas em coletas para análise de crescimento e desenvolvimento, e as linhas 4 e 5, foram usadas para determinação do rendimento de grãos.

As avaliações foram feitas nos estádios fenológicos de emergência, V4, R1, R2, R3, R5 e R7, de acordo com a descrição de Fehr & Caviness (1977), e consistiram na medição da área foliar e acompanhamento do crescimento da biomassa de cada órgão das plantas, excetuando-se as raízes. As coletas de amostras foram realizadas quando as plantas atingiram os estádios fenológicos descritos anteriormente, em 0,25 m² de área cultivada, e enviadas ao Laboratório de Fisiologia Vegetal da Embrapa Trigo, sendo dissecadas e medida sua área foliar através de leitura direta, com o auxílio do equipamento "laser area meter ci – 203". O rendimento de grãos foi expresso após correção para 13% de umidade.

Os dados meteorológicos foram gerados pela Estação Meteorológica da Embrapa Trigo, distante 100 m do local do ensaio. O fotoperíodo foi calculado através de uma equação astrofísica, incluindo o *twilight*.

A duração do subperíodo entre a emergência e o estágio R3, a temperatura média deste subperíodo e o IAF, foram avaliados para cada genótipo, nas diferentes épocas de semeadura e analisados por regressão em modelo linear, quadrático e cúbico, a significância de 5% probabilidade.

Resultados e discussão

A avaliação do IAF nas cultivares, apontou valores inferiores ao crítico estabelecido para a cultura no estágio R1 (3,5 – 4,0), nas épocas de semeadura correspondentes à meados de setembro, de outubro, de novembro e de janeiro, para as cultivares Ocepar 14, BR 16, FT Abyara, Ocepar 3 e Ocepar 6 (fig. 1 a 5). Por outro lado, a cultivar FT Cometa não alcançou o valor crítico em R1 mesmo na semeadura de dezembro, em que todas as cultivares obtiveram melhor desempenho (fig. 6). Os genótipos com período juvenil longo atingiram os valores críticos de IAF em R1 quando semeadas em novembro e dezembro (fig. 7 a 9).

Os menores valores de IAF para os genótipos estudados, foram observados nas primeiras épocas de semeadura, contudo nessas épocas os genótipos juvenis

apresentaram seus melhores índices, comparativamente aos demais genótipos. A medida que as datas de semeadura foram postergadas, o IAF foi aumentando, atingindo seu maior valor na quarta época (meados de dezembro) de semeadura. A cultivar FT Cometa (GM V), na primeira e na quinta épocas de semeadura apresentou os mais baixos valores de IAF (fig. 6), comparado às demais cultivares, nos subperíodos estudados. Em contraposição, a cultivar Ocepar 9 apresentou os maiores valores de IAF (fig. 8).

A cultivar FT Cometa, mesmo na quarta época de semeadura, em que todas cultivares apresentaram melhores desempenhos na produção de área foliar, não atingiu o valor crítico de IAF no estágio R1, alcançando esse valor crítico somente no estágio subsequente-R3 (fig. 6). Uma vez que, no estágio R1 o IAF alcançado foi abaixo do valor crítico para a cultivar FT Cometa e, para a maioria das cultivares a área foliar atingiu apenas 50% da máxima área foliar, a comparação entre cultivares e épocas de semeadura em função do IAF, nesse estudo, foi apoiada no IAF apresentado no estágio R3. No estágio R5, a área foliar acumulada foi, em vários casos, muito superior ao valor crítico, podendo ter reflexos negativos na maioria das épocas e nas cultivares.

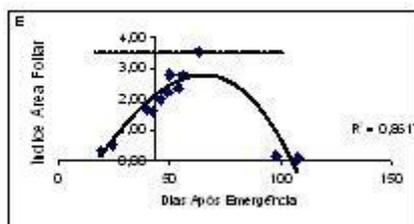
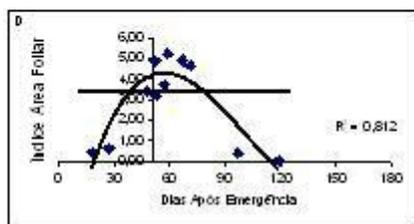
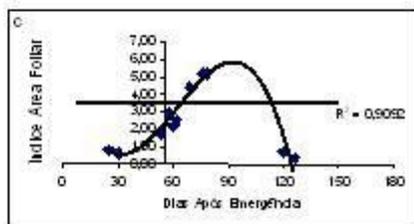
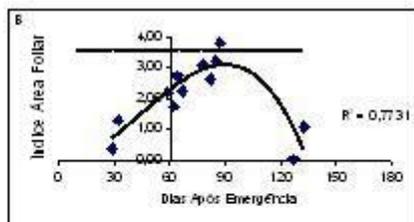
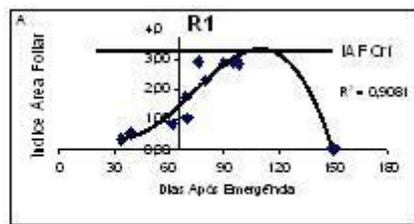


Fig. 1 - Efeito da época de semeadura no IAF da cultivar Ocepar 14. Os dados são referentes a dois anos agrícolas (safras 1995/96 e 1996/97). Letras correspondem à época de semeadura (meados de setembro, outubro, novembro, dezembro e janeiro). Eixo das ordenadas passa pelo estágio R1 Passo Fundo (RS) - Embrapa Trigo

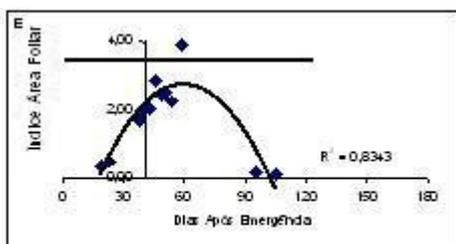
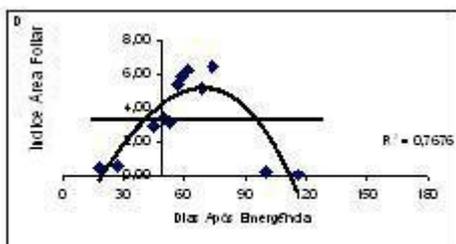
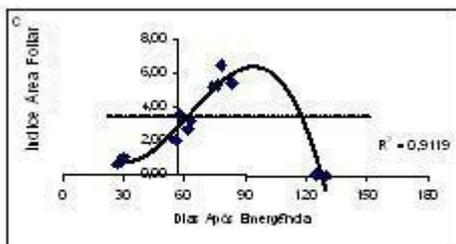
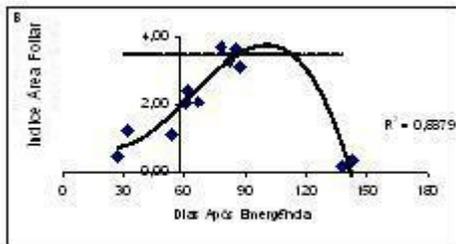
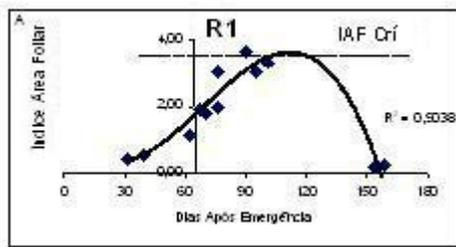


Fig.2-Efeito da época de semeadura no IAF da cultivar BR 16. Os dados são referentes a dois anos agrícolas (safras 1995/96 e 1996/97). Letras correspondem à época de semeadura (meados de setembro, outubro novembro, dezembro e janeiro). Eixo das ordenadas passa pelo estágio R1. Passo Fundo (RS) - Embrapa Trigo

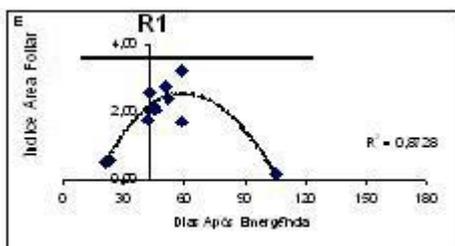
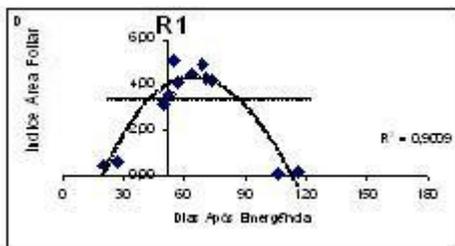
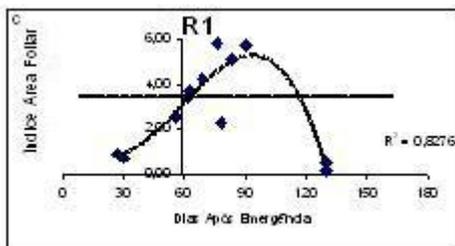
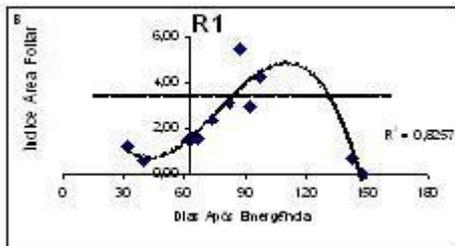
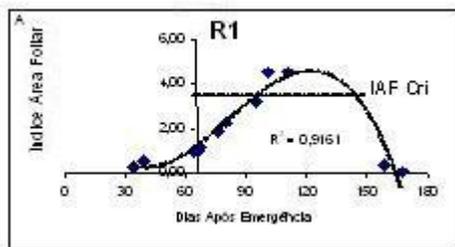


Fig. 3-Efeito da época de semeadura no IAF da cultivar FT Abyara. Os dados são referentes a dois anos agrícolas (safras 1995/96 e 1996/97). Letras correspondem à época de semeadura (meados de setembro, outubro, novembro, dezembro e janeiro). Eixo das ordenadas passa pelo estágio R1 Passo Fundo (RS) - Embrapa Trigo

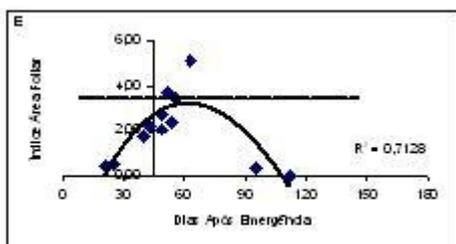
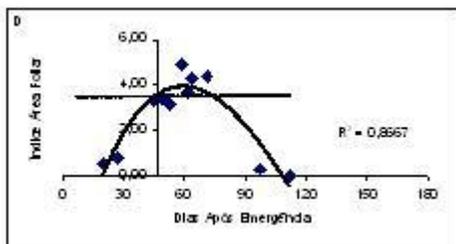
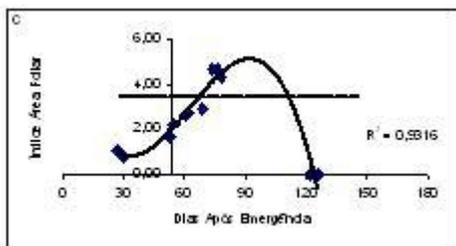
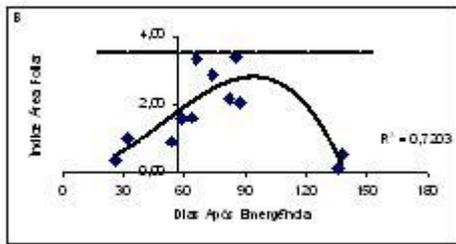
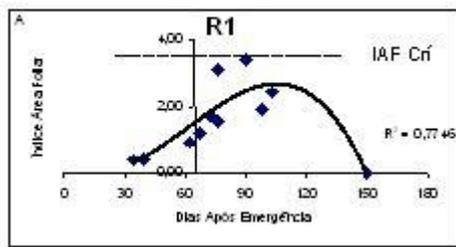


Fig. 4 - Efeito da época de semeadura no IAF da cultivar Ocepar 3. Os dados são referentes a dois anos agrícolas (safras 1995/96 e 1996/97). Letras correspondem à época de semeadura (meados de setembro, outubro, novembro, dezembro e janeiro). Eixo das ordenadas passa pelo estágio R1 Passo Fundo (RS) - Embrapa Trigo

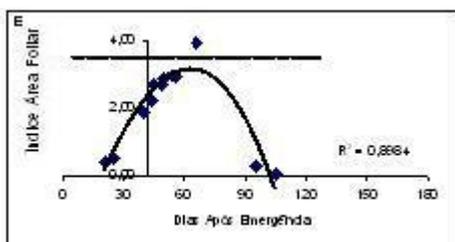
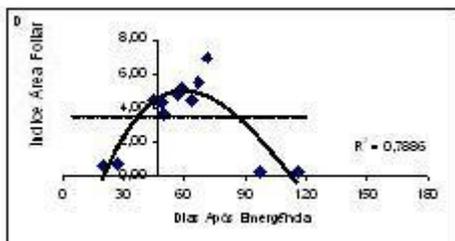
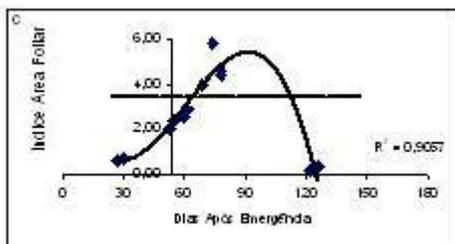
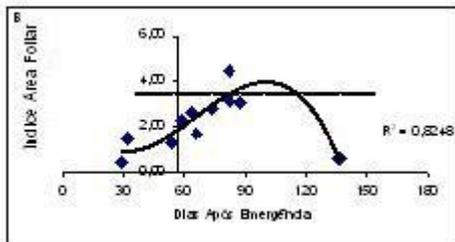
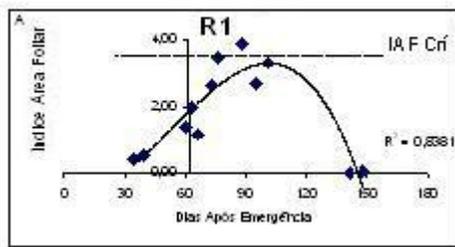


Fig. 5-Efeito da época de semeadura no IAF da cultivar Ocepar 6. Os dados são referentes a dois anos agrícolas (safras 1995/96 e 1996/97). Letras correspondem à época de semeadura (meados de setembro, outubro, novembro, dezembro e janeiro). Eixo das ordenadas passa pelo estágio R1 Passo Fundo (RS) - Embrapa Trigo

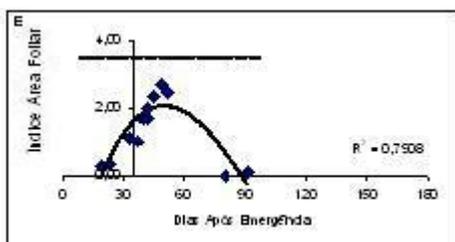
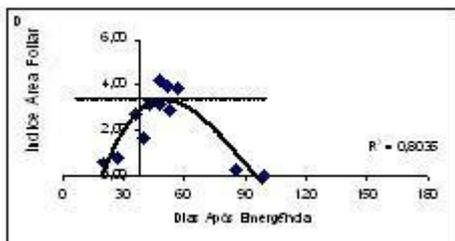
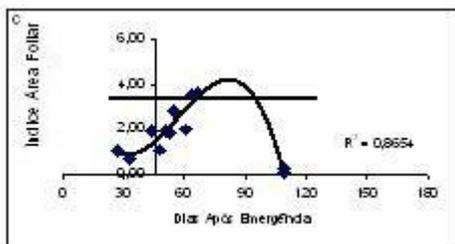
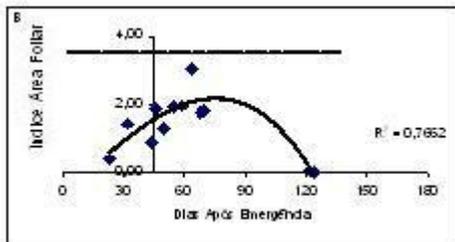
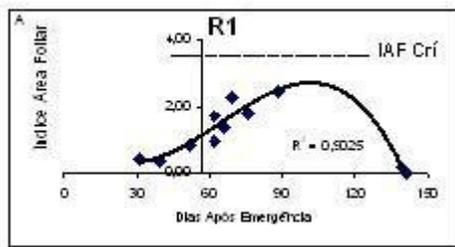


Fig. 6 - Efeito da época de semeadura no IAF da cultivar FT Cometa. Os dados são referentes a dois anos agrícolas (safras 1995/96 e 1996/97). Letras correspondem à época de semeadura (meados de setembro, outubro, novembro, dezembro e janeiro). Eixo das ordenadas passa pelo estágio R1 Passo Fundo (RS) - Embrapa Trigo

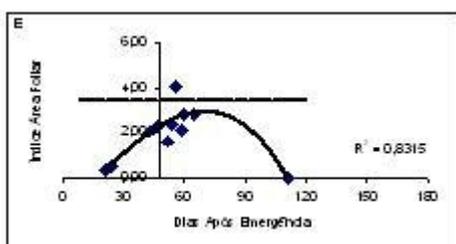
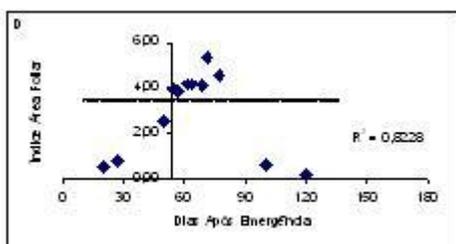
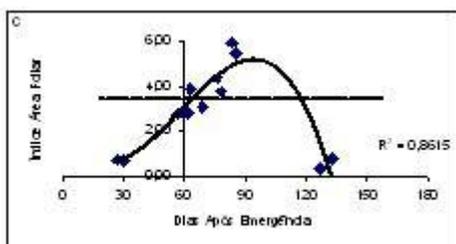
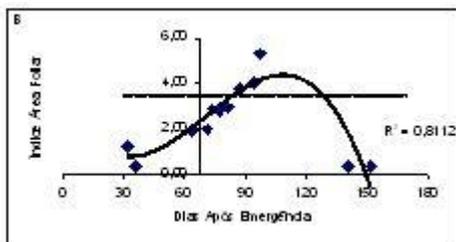
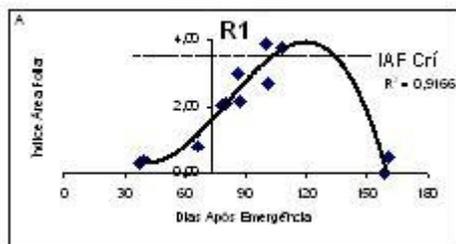


Fig. 7 - Efeito da época de semeadura no IAF da cultivar Ocepar 8. Os dados são referentes a dois anos agrícolas (safras 1995/96 e 1996/97). Letras correspondem à época de semeadura (meados de setembro, outubro, novembro, dezembro e janeiro). Eixo das ordenadas passa pelo estágio R1 Passo Fundo (RS) - Embrapa Trigo

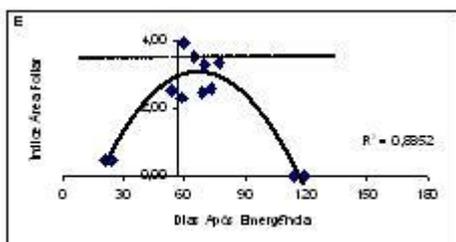
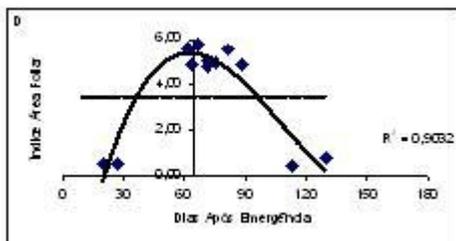
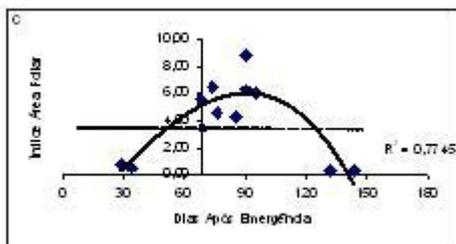
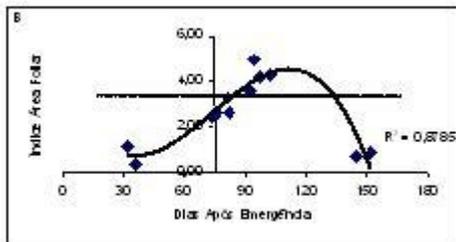
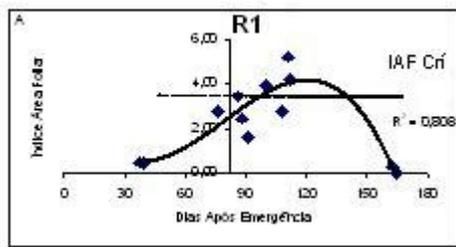


Fig. 8 - Efeito da época de semeadura no IAF da cultivar Ocepar 9. Os dados são referentes a dois anos agrícolas (safras 1995/96 e 1996/97). Letras correspondem à época de semeadura (meados de setembro, outubro, novembro, dezembro e janeiro). Eixo das ordenadas passa pelo estágio R1 Passo Fundo (RS) - Embrapa Trigo

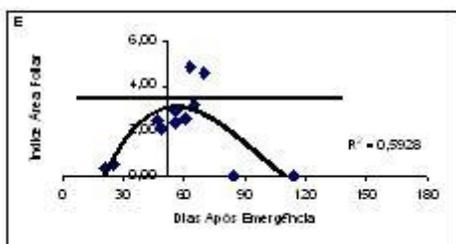
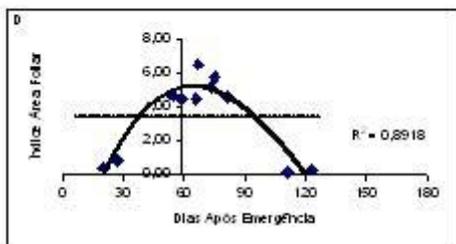
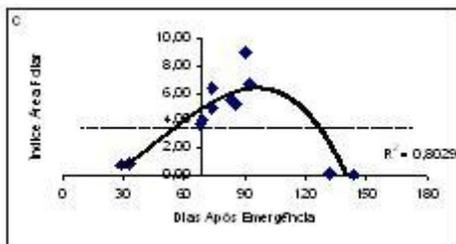
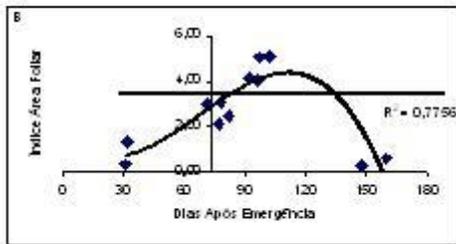
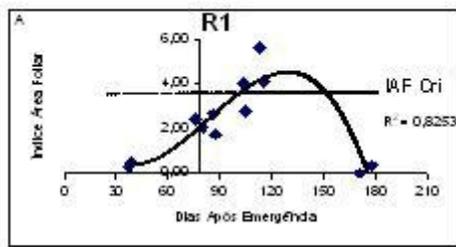


Fig. 9-Efeito da época de semeadura no IAF da linhagem BR 83147. Os dados são referentes a dois anos agrícolas (safras 1995/96 e 1996/97). Letras correspondem à época de semeadura (meados de setembro, outubro, novembro, dezembro e janeiro). Eixo das ordenadas passa pelo estágio R1 Passo Fundo (RS) - Embrapa Trigo

De um modo geral observa-se, que o IAF máximo ocorreu após o estágio R1, e que o IAF crítico foi atingido também mais tarde (fig. 1 a 9) .

A medida que as datas de semeadura avançaram no tempo, houve um encurtamento linear do subperíodo VE-R3 (fig. 10 a 12). Entre as cultivares, o estágio R3 foi alcançado em menor espaço de tempo pela FT Cometa (fig. 11),

comparada às demais. As cultivares Ocepar 8 e Ocepar 9 e a linhagem BR 83147 (juvenis), apresentaram o maior tempo de duração deste subperíodo, independente da época de semeadura (fig. 12), sendo também os genótipos que apresentaram o ciclo mais longo.

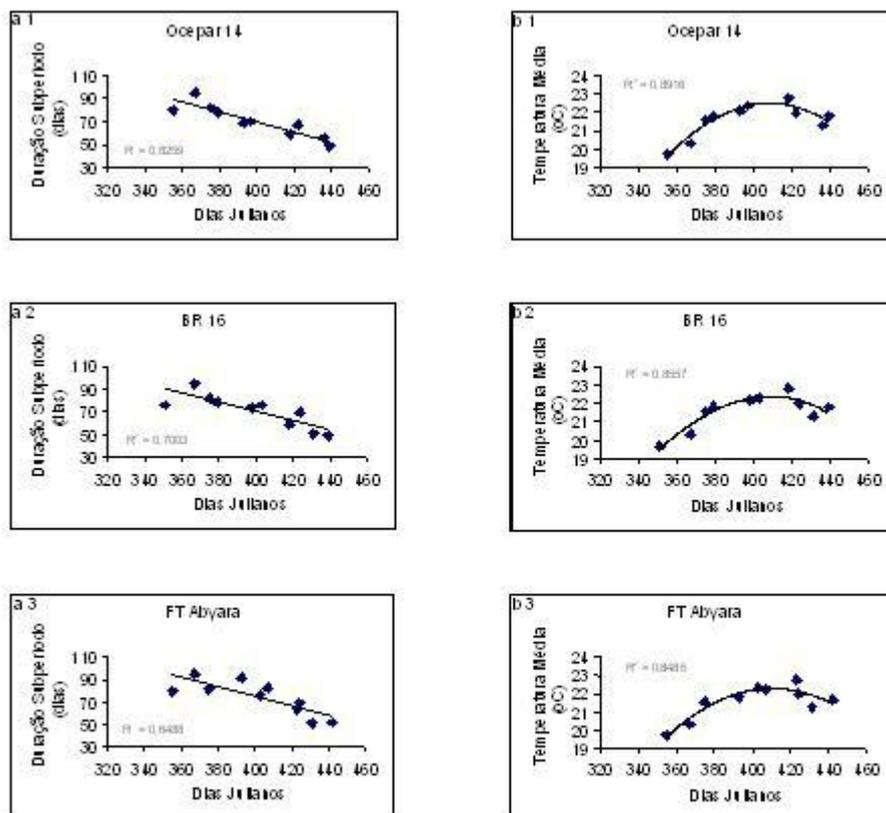


Fig 10 - Efeito da época de semeadura na duração do subperíodo (VE-R3)(a) e a evolução da média no mesmo subperíodo (b). Dados referentes a dois anos agrícolas (1995/96 e 1996/97) em três cultivares de soja. Passo Fundo (RS) - Embrapa Trigo.

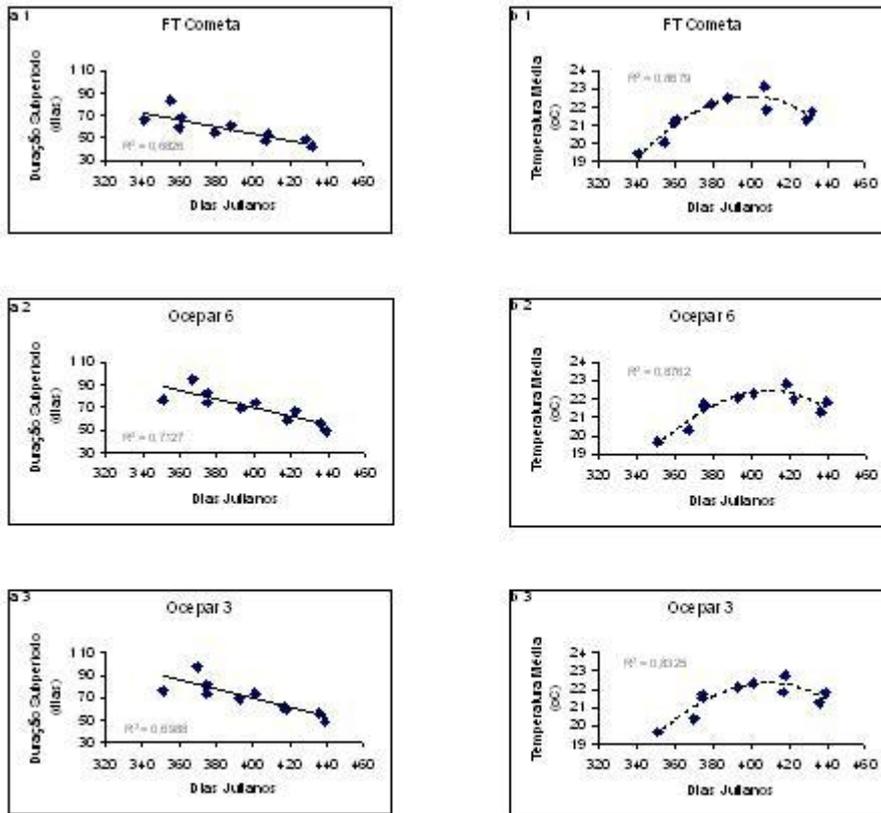


Fig 11 - Efeito da época de semeadura na duração do subperíodo: VE-R3 (a) e a evolução da temperatura média no mesmo subperíodo (b). Dados referentes a dois anos agrícolas (1995/96 e 1996/97) em três cultivares de soja. Passo Fundo (RS) - Embrapa Trigo.

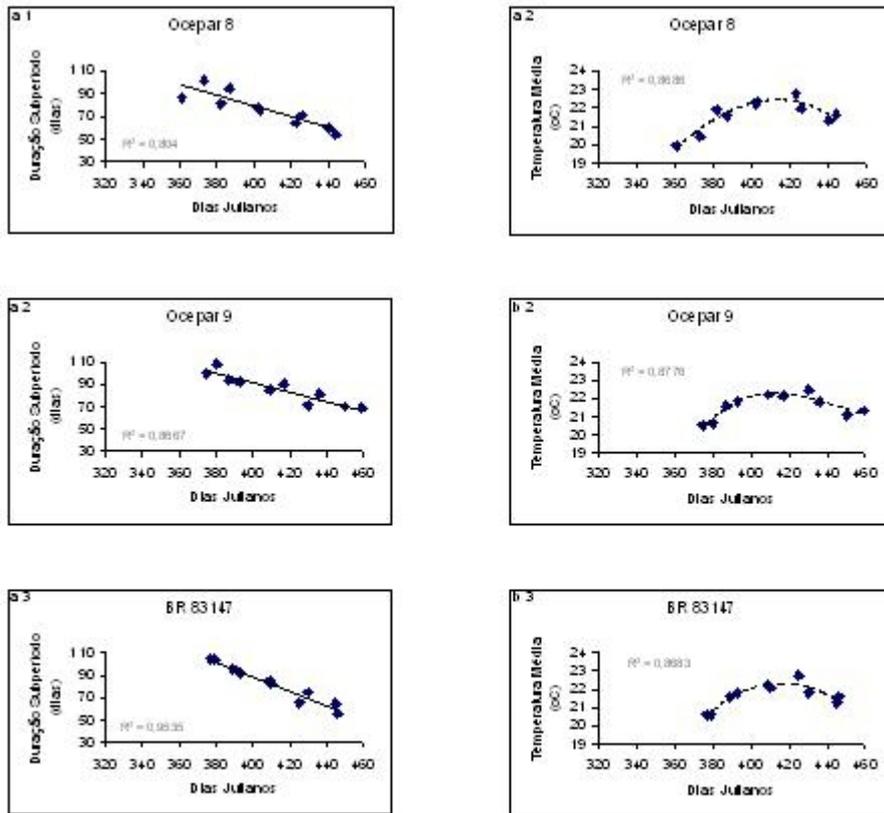


Fig 12 - Efeito da época de semeadura na duração do subperíodo: VE- R3 (a) e a evolução da temperatura média no mesmo subperíodo (b). Dados referentes a dois anos agrícolas (1995/96 e 1996/97) em três genótipos de soja. Passo Fundo (RS) - Embrapa Trigo.

As variações da temperatura média durante o subperíodo, em função das épocas de semeadura, foram muito semelhantes entre as cultivares. Os menores valores de temperatura média, foram observados nas duas primeiras épocas de semeadura (média de 19°C), ao passo que na terceira e quarta épocas, os valores foram máximos. Na quinta época, a temperatura voltou a cair, mas permaneceu ligeiramente acima da média da temperatura observada na primeira época (fig. 10,11 e 12). Cabe destacar que, para os materiais juvenis, principalmente Ocepar9 e a linhagem BR 83147, a temperatura média no subperíodo (VE-R3) na primeira época de semeadura, foi ligeiramente superior às demais, fato relacionado com a maior duração desse subperíodo.

No desenvolvimento da área foliar das cultivares de soja (fig. 13, 14 e 15) observou-se correlação com a temperatura, contudo, nos genótipos juvenis esta associação não foi forte, pois o desenvolvimento de área foliar esteve mais associado ao fotoperíodo, como pode-se observar na Tabela 1. Nas cultivares tradicionais, este comportamento do IAF em função da temperatura foi melhor descrito por um modelo quadrático. Nota-se neste ajuste, uma temperatura mínima (próxima a 21°C), a partir da qual o IAF foi linearmente aumentando. Sob temperatura abaixo deste mínimo, observou-se uma tendência de aumento

do IAF nas cultivares Ocepar 14, BR 16, FT Abyara e FT Cometa (fig. 13 e 14), tendência esta, que nas cultivares Ocepar 6 e Ocepar 3, foi ainda mais acentuada. Esta temperatura abaixo dos 21° C, observada nas primeiras épocas de semeadura, induziram a um alongamento do subperíodo (VE-R3) e um incremento no IAF. Desta forma, a maior duração do subperíodo e, conseqüentemente maior tempo para o crescimento vegetativo nas primeiras épocas de semeadura, parecem estar relacionados ao efeito da baixa temperatura, com reflexo no IAF, o qual pode estar associado à temperatura via duração do subperíodo. Contrapondo-se, a partir da segunda época, o incremento linear de IAF parece estar associado à temperatura via taxa de crescimento e não pela duração do subperíodo, uma vez que na quinta época, em que a temperatura foi mais baixa, a duração do subperíodo seguiu reduzindo.

Tabela 1. Correlação entre IAF, de genótipos de soja cultivados nos anos Agrícolas de 1995/96 e 1996/97, com fotoperíodo e temperatura.

Genótipo	Valores de r^2 com:	
	Fotoperíodo médio	Temperatura média
Ocepar 14	0,25	0,66
BR 16	0,29	0,75
FT Abyara	0,38	0,56
FT Cometa	0,29	0,62
Ocepar 6	0,29	0,57
Ocepar 3	0,07	0,62
Ocepar 8	0,43	0,35
Ocepar 9	0,44	0,29
BR 83147	0,39	0,30

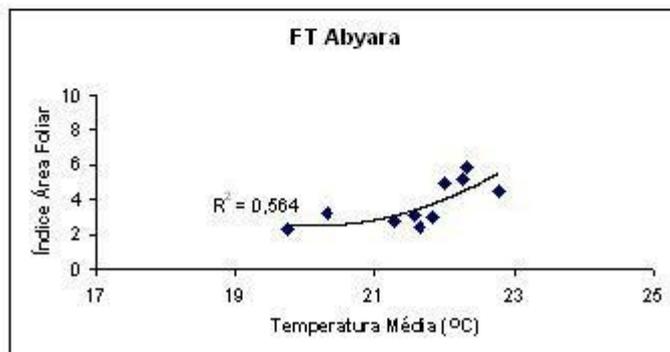
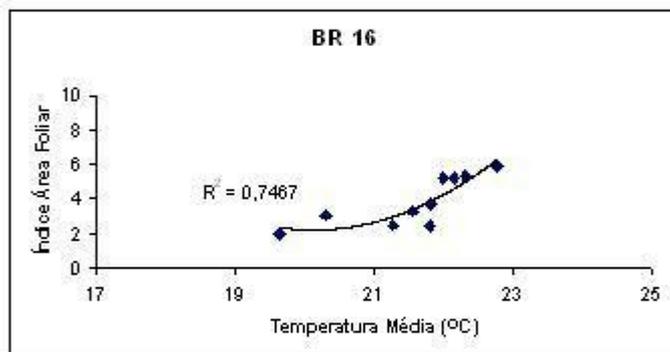
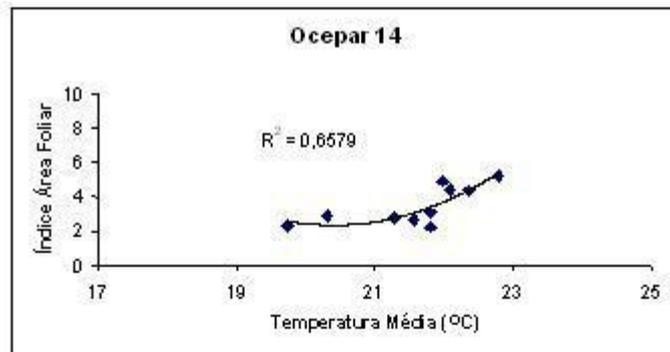


Figura 13. Efeito da temperatura no IAF de três cultivares de soja. Dados agrupados de dois anos agrícolas 1995/96 e 1996/97. Subperíodo VE-R3.

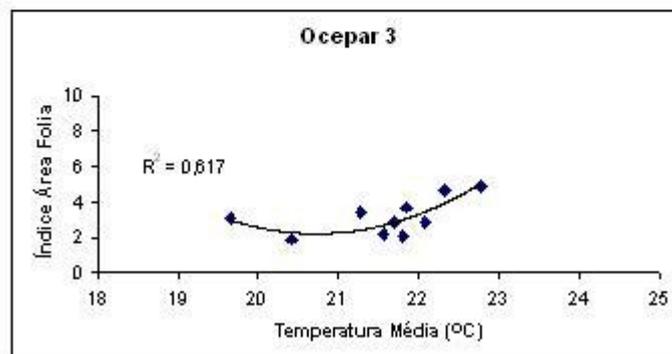
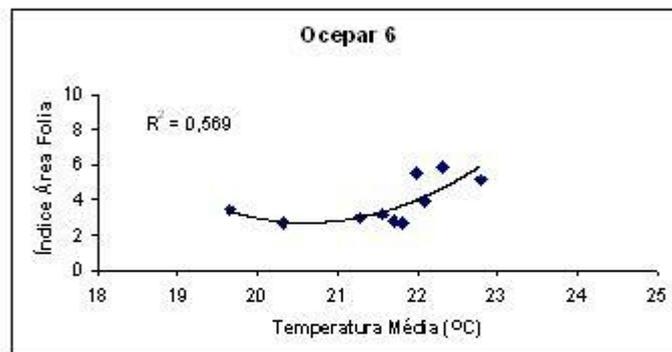
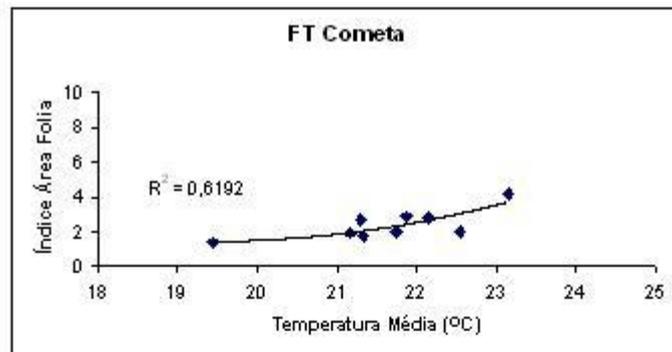


Figura 14. Efeito da Temperatura no IAF de três cultivares de soja. Dados agrupados durante os anos de 1995/1996 e 1996/1997. Subperíodo VE-R3.

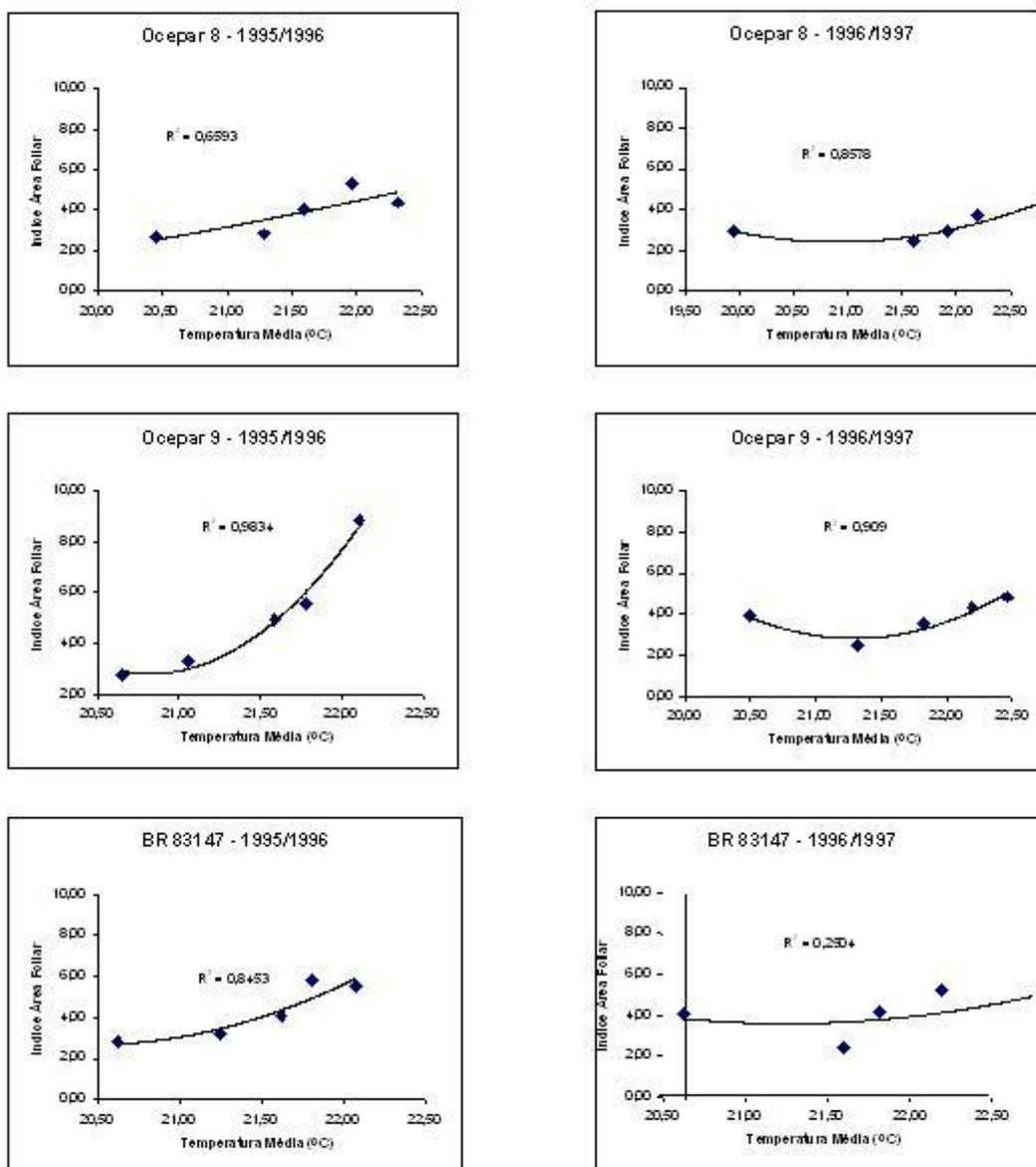


Figura 15. Efeito da temperatura no IAF de genótipos de soja cultivados em duas safras Agrícolas. Subperíodo VE-R3.

Assim, a duração do subperíodo não acompanhou somente a temperatura (fig. 10 a 12). Isto pôde ser visualizado nos nove materiais estudados, nas últimas épocas de semeadura, em que as quedas de temperatura foram acompanhadas pela redução do referido subperíodo. Neste aspecto, o fotoperíodo mais curto, incidente nas últimas datas de semeadura, poderia provavelmente ser o fator de maior efeito na duração do subperíodo, uma vez que já se tem demonstrado que a duração do subperíodo VE-R1 depende da interação entre fotoperíodo e temperatura (Dados não publicados). Nos genótipos juvenis, o IAF esteve mais associado ao fotoperíodo do que à temperatura (Tabela 1).

A redução do IAF nas épocas de semeadura tardias (meados de janeiro), esteve grandemente associada ao encurtamento do subperíodo VE-R3, em que a maior parte da produção de área foliar ocorreu. Trabalhos de pesquisa indicam que a queda na produção de grãos em épocas de semeadura tardias está relacionada à redução do período até o florescimento, induzidos pelo encurtamento do fotoperíodo (Mota et al., 1974; Barni et al., 1985; Bonato et al., 1998).

O IAF, nas diversas épocas de semeadura dos genótipos em estudo, não esteve correlacionado ao rendimento de grãos, o mesmo acontecendo com a duração do subperíodo. Contudo, o produto entre IAF e a duração do subperíodo, que refletem o tempo de radiação solar interceptada e a área de captação, apresentou elevada correlação com o rendimento de grãos nas épocas de semeadura e cultivares estudadas (fig. 16). Observa-se nesse grupo de cultivares, comportamentos bem diferenciados, em que a cultivar FT Cometa, com o menor fator ($IAF \times \text{duração} = 150$), atingiu o máximo de sua produção (cerca de 3.000 kg ha^{-1}). As demais cultivares com maior fator, cerca de 330, atingiram praticamente a mesma produção. Considerando o ciclo extremamente curto da FT Cometa, esta produção, comparativamente as demais cultivares, pode ser oriunda de sua maior eficiência fotossintética, a qual pode ser manejada, principalmente nas épocas de semeadura extremas (precoce e tardia) em que seu IAF situou-se abaixo do crítico. A elevação do IAF a valores próximos ao crítico, poderia ser obtida por um arranjo mais adequado das plantas no espaço, nesta situação. Nas épocas de semeadura precoces portanto, este grupo de plantas poderia produzir rendimento próximo ao dos demais grupos, com a vantagem do desenvolvimento reprodutivo ocorrer mais cedo na estação, coincidindo com períodos favoráveis de disponibilidade hídrica nas condições do Planalto do RS.

Por outro lado, as cultivares juvenis, que nas épocas de semeadura precoces alcançaram os mais elevados valores de IAF, poderiam ser usadas em sistemas precoces de semeadura (SPS), podendo melhorar o rendimento de grãos, uma vez que apresentaram melhor desempenho nestas épocas (dados não apresentados). Resultados semelhantes foram obtidos por Tomkins et al. (1997), em que cultivares juvenis não só apresentaram rendimento de grãos semelhante ao GM IV como também melhoraram a qualidade das sementes nas épocas de semeadura antecipadas, no sul dos EUA. Contudo, a incorporação do carácter juvenil longo em genótipos mais precoces (GM IV e V), poderia se constituir em estratégia para aumentar a produção de grãos e para ocorrência precoce do desenvolvimento reprodutivo.

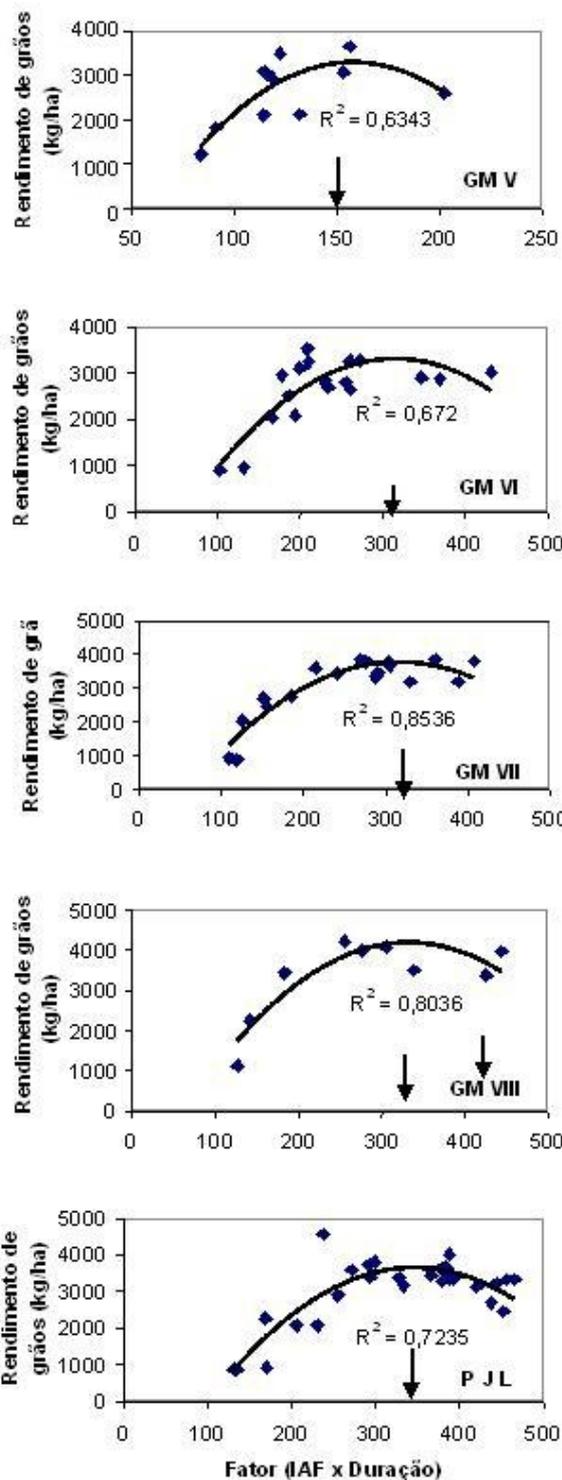


Figura 16 - Efeito do produto entre a duração do subperíodo (Em-R3) e o índice de área foliar (IAF) no rendimento de grãos de cultivares de soja dos grupos de maturação V,VI,VII,VIII e com período juvenil longo. Os dados representam observações de dois anos agrícolas (1995/96 e 1996/97). Passo Fundo (RS) - Embrapa Trigo. As setas indicam o fator para máximo rendimento de grãos.

Conclusões

- 1-O desenvolvimento da área foliar está mais associado à temperatura do que ao fotoperíodo, exceção aos genótipos com período juvenil longo, cujo IAF esteve mais associado ao fotoperíodo.
- 2-Houve variação do IAF entre as épocas de semeadura e entre os genótipos estudados. Cultivares precoces sob condições de temperatura baixa não desenvolvem área foliar suficiente para sustentar um IAF crítico (3,5 - 4,0).
- 3-Comparados aos demais grupos de maturação, os materiais juvenis apresentaram melhor desempenho de IAF nas épocas de semeadura precoces.
- 4-Os baixos valores de IAF nas épocas tardias (janeiro), estiveram fortemente associados à duração do subperíodo (VE-R3).
- 5-A obtenção de adequado nível de produção de área foliar em épocas precoce de semeadura é possível através do uso de variedades juvenis.

Referências bibliográficas

- BARNI, N. A.; BERGAMASCHI, H. Alguns princípios técnicos para a semeadura. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. Cap. 10, p. 476-480.
- BARNI, N. A.; GOMES, J. E. de S.; HILGERT, E. R.; ZANOTELLI, V. Épocas de semeadura de cultivares de soja para o Rio Grande do Sul. **Ipagro Informa**, v. 28, p. 25-30, set. 1985.
- BEGONIA, G. B.; HESKETH, J. D.; FREDERICK, J. R.; FINKE, R. L.; PETTIGREW, W. T. Factors affecting leaf duration in soybean and maize. **Photosynthetica**, v. 21, p. 285, 1987.
- BERLATO, M.; WESTPHALEN, S. Resultados preliminares do ensaio ecológico de soja: período 1967/68 – 1970/71. In: REUNIÃO DA COMISSÃO TÉCNICA DA SOJA, 15., 1971, Porto Alegre. **Súmula dos trabalhos fitotécnicos na cultura da soja**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1971. p. 87-122.
- BOARD, J. E.; HALL, W. Premature flowering in soybean yield reductions at nonoptimal planting dates as influenced by temperature and photoperiod. **Agronomy Journal**, v. 76, p. 700-704, 1984.
- BOARD, J. E., HARVILLE, B. G. Explanation for greater light interception in narrow-vs. Wide-row soybean. **Crop Science**, v. 32, p. 198-202, 1992.

BOARD, J. E.; SETTIMI, J. R. Photoperiod effect before and after flowering on branch development in determinate soybean. **Agronomy Journal**, v. 78, p. 995-1002, 1986.

BONATO, E. R.; BERTAGNOLLI, P. F.; IGNAZACK, J. C.; TRAGNAGO, J. L.; RUBIN, S. de A. L. Desempenho de cultivares de soja em três épocas de semeadura, no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 6, p. 879-884, jun. 1998.

CAFFARO, S. V.; MARTIGNONE, R. A.; TORRES, R.; NAKAYAMA, F. Photoperiod regulation of vegetative growth and meristem behaviour toward flower initiation of an indeterminate soybean. **Botanical Gazette**, v. 149, p. 311-316, 1998.

FEHR, W. R.; CALVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University - Agricultural Experiment Station, 1977. 11 p. (Special Report, 80).

HANSON, W. D. Association of seed yield with partitioned lengths of the reproductive period in soybean genotypes. **Crop Science**, v. 25, p. 525-529, 1985.

HARTWIG, E. E.; KUHLMANN, R. A. S. Identification and utilization of a delayed flowering character in soybean for short-day conditions. **Field Crop Research**, v. 2, p. 145-151, 1979.

MOTA, F. S. da M.; BEIRSDORF, M. I. C.; ACOSTA, M. J. C.; MOTTA, W. A.; WESTPHALEN, S. L. **Zoneamento agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Pelotas: IPEAS, 1974. 122 p. (IPEAS. Circular, 50).

RAY, J. D.; HINSON, K.; MANKONO, J. E. B.; MALO, M. F. Genetic control of a long-juvenile trait in soybean. **Crop Science**, v. 35, p. 1001-1006, 1995.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 23., 1995, Porto Alegre, RS. **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e Santa Catarina – safra 1995/96**. Porto Alegre: UFRGS – Faculdade de Agronomia, 1995. 80 p.

SANTOS, H. P. S.; AMBROSI, I.; LHAMBY, J. C. B. Análise de risco em quatro sistemas de rotação de culturas para trigo, num período de dez anos, em Passo Fundo, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 519-526, 1999.

SHIBLES, R. M.; WEBER, C. R. Interception of solar of solar radiation and dry matter production by various soybean planting patterns. **Crop Science**, v. 6, p. 55-59, 1966.

TAYLOR, H. M.; MASON, W. K.; BENNIE, A. T. P.; ROWSE, H. R. Response of soybean to two row spacings and two soil water levels. I. An analysis of biomass accumulation, canopy development, solar radiation interception and components of seed yield. **Field Crops Research**, v. 5, n. 1, p. 1-4, 1982.

TOMKINS, J.P.; SHIPE, R.M. Environmental adaptation of long-juvenile soybean cultivars and elite strains. **Agronomy Journal**, v.89, p. 257-262, 1997.



**Boletim de Pesquisa e
Desenvolvimento Online, 33**

Embrapa Trigo
Caixa Postal, 451, CEP 99001-970
Passo Fundo, RS
Fone: (54) 3316 5800
Fax: (54) 3316 5802
E-mail: sac@cnpt.embrapa.br

Expediente

Comitê de Publicações
Presidente: **Leandro Vargas**
Ana Lúcia V. Bonato, José A. Portella, Leila M.
Costamilan, Márcia S. Chaves, Maria Imaculada P. M.
Lima, Paulo Roberto V. da S. Pereira, Rainoldo A.
Kochhann, Rita Maria A. de Moraes

Referências bibliográficas: Maria Regina Martins
Editoração eletrônica: Márcia Barrocas Moreira
Pimentel

RODRIGUES, O.; TEIXEIRA, M. C.; DIDONET, A. D.; LHAMBY, J. C. B.;
SÓRIO, I. **Efeito do fotoperíodo e da temperatura do ar no desenvolvimento
da área foliar em soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Passo Fundo: Embrapa Trigo,
2006. 27 p. html (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento
Online, 33). Disponível: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp33.htm