

RENDIMENTO MÁXIMO DO GIRASSOL COM BASE NA RADIAÇÃO SOLAR E TEMPERATURA: II. PRODUÇÃO DE FITOMASSA E RENDIMENTO DE GRÃOS¹

NÍDIO ANTONIO BARNI², MOACIR ANTONIO BERLATO³, HOMERO BERGAMASCHI³, JOÃO RIBOLDI⁴

RESUMO – A produção de fitomassa aérea e o rendimento máximo (Y_m) do girassol foram dimensionados e modelados com base na temperatura efetiva (Graus-dia) e na radiação solar fotossinteticamente ativa absorvida acumulada (PAR_{aa}), em condições de não limitação hídrica no solo. Os experimentos foram realizados a campo no município de Taquari-RS, em duas estações de crescimento, 1991/92 e 1992/93. Os resultados mostraram que a eficiência energética do girassol é de 2,457g de massa de matéria seca aérea por megajoule de PAR_{aa} no período que vai da emergência das plantas até o final da antese. Ficou demonstrado que o rendimento máximo do girassol para uma dada região pode ser predito com base nas normais climáticas de radiação solar e temperatura do ar.

Palavras-chave: produção de fitomassa; radiação solar; rendimento máximo.

SUNFLOWER MAXIMUM YIELD PRODUCTION BASED ON SOLAR RADIATION AND TEMPERATURE: II. BIOMASS PRODUCTION AND GRAIN YIELD

ABSTRACT – The above ground biomass production and maximum yield (Y_m) of sunflower were modeled based on the effective temperature (Degree-Days) and photosynthetically active radiation absorbed and accumulated (PAR_{aa}), under well watered conditions. Experiments were performed at a field site at Taquari-RS, during two growth seasons 1991/92 and 1992/93. The energetic efficiency of sunflower was 2.457 grams of above ground dry matter per megajoule of PAR_{aa} during the period from emergence to the end of anthesis. The results also showed that the maximum yield of sunflower can be estimated based on the climatic normals of solar radiation and temperature for a given region.

Key words: biomass production; solar radiation; maximum yield.

INTRODUÇÃO

A investigação dos limites da produtividade de visa a identificar a contribuição das variáveis do ambiente responsáveis pelo desempenho final de um determinado genótipo e/ou de uma cultura e ressaltar em que nível cada uma delas representa estrangulamento à expressão máxima dessa produtividade. Sabe-se que o rendimento econômico de uma cultura é o resultado de processos bioquímicos e fisiológicos que se sucedem ao longo do ciclo de cada uma das plantas que compõem a comunidade vegetal. Esses processos são, em definitivo, a expressão de um componente genético o qual determina que enzimas (proteínas) sejam sintetizadas em cada célula desse vegetal, catalizando reações específicas, e, de um componente ambiental, que acelera ou atrasa tais reações.

Por sua vez, o rendimento máximo (Y_m) é definido como a produção de grãos por unidade

de área (kg/ha) de culturas bem adaptadas às condições climáticas locais, sem limitação de água no solo e de nutrientes minerais e sem competição com plantas daninhas ou danos provocados por doenças e/ou pragas (DOORENBOS e KASSAM, 1979).

Segundo LOOMIS e WILLIAMS (1963), uma vez otimizados os fatores sob controle do homem, para atender a um retorno máximo, a produtividade máxima depende principalmente da taxa de absorção de luz e da assimilação de CO₂ pela cultura.

O rendimento máximo pode ser estimado para cada espécie cultivada, segundo DOORENBOS e KASSAM (1979), a partir das disponibilidades climáticas regionais, especialmente radiação solar e temperatura média do ar.

Vários autores estimaram o rendimento máximo com base na radiação solar absorvida e a temperatura média do ar durante o ciclo da cultura (GOSSE et al., 1984).

O rendimento biológico (RB), que representa a massa de matéria seca total acumulada por uma comunidade vegetal, possibilita o estudo da eficiência de partição dos produtos fotossintetizados, quando analisado conjuntamente com o índice de colheita (IC), isto é, a razão entre a massa de grãos e a fitomassa aérea (NICHIPOROVICH, 1960; MITCHELL, 1970).

1. Extraído da Tese de Doutorado apresentada pelo primeiro autor à Faculdade de Agronomia da UFRGS, junho de 1994.

2. Eng^o Agr^o, Dr. – FEPAгро, Rua Gonçalves Dias 570, 90130-060 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

3. Eng^o Agr^o, Dr. – Faculdade de Agronomia da UFRGS, Av. Bento Gonçalves 7712, 90001-970 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

4. Eng^o Agr^o, Dr. – Instituto de Matemática da UFRGS.

Recebido para publicação em 06/07/1995.

Por sua vez, o rendimento de grãos é estreitamente vinculado à acumulação de fitomassa total, sobre uma larga faixa de condições às culturas (SINCLAIR et al., 1990). Entretanto, o índice de colheita pode não ser constante para todas as culturas (GREEN, 1987). Apesar disto, dosséis com os mais baixos valores sazonais de índice de área foliar (IAF), geralmente absorvem menor quantidade de radiação solar fotossinteticamente ativa (PAR), produzem menor quantidade de fitomassa e apresentam os menores rendimentos de grãos (DAUGHTRY et al., 1992).

Correlações entre a produção de biomassa e radiação solar absorvida são esperadas, uma vez que a fixação de carbono é diretamente dependente da energia luminosa. Entretanto, correlações entre a radiação e o rendimento não são, necessariamente, esperadas tendo em vista que outros fatores, que não a radiação, podem afetar a partição do carbono entre as sementes e outros órgãos da planta. Claramente, a radiação absorvida determinará o potencial de rendimento, mas, a temperatura pode determinar a taxa de desenvolvimento dos sítios (locus) das sementes e suas subseqüentes fertilizações (polinizações), como ocorre com o trigo (RAWSON e BAGGA, 1979) e com o próprio girassol (RAWSON et al., 1984).

Face às afirmativas da literatura, acima referidas, de que a radiação solar e a temperatura são disponibilidades climáticas regionais que apresentam estreita associação com o rendimento máximo de uma cultura e considerando que o girassol é uma oleaginosa que vem sendo estudada no sentido de fomentar seu cultivo no sul do País, os objetivos deste estudo foram os seguintes:

- Estabelecer relações entre a massa de matéria seca da parte aérea da planta do girassol e a radiação solar fotossinteticamente ativa absorvida (PARa) pelo dossel;

- Determinar o rendimento máximo (Y_m) do girassol em função da temperatura do ar e radiação solar fotossinteticamente ativa absorvida (PARa).

MATERIAL E MÉTODOS

As relações entre a radiação solar fotossinteticamente ativa (PAR), a temperatura efetiva (Graus-dia), o índice de área foliar (IAF), a produção de massa de matéria seca aérea (MS) e o índice de colheita (IC) foram ajustadas, através

da adaptação do modelo de predição da produção de massa de matéria seca da alfafa proposto por GOSSE et al. (1984).

O modelo é baseado na relação entre o rendimento de massa de matéria seca e o total acumulado de radiação fotossinteticamente ativa absorvida pela cultura, durante seu período de crescimento.

Duas relações simples permitem representar a radiação absorvida, como uma função de duas variáveis meteorológicas: radiação solar global incidente (R_s) e soma de temperatura média diária efetiva (Graus-dia).

O modelo utiliza a radiação solar fotossinteticamente ativa absorvida (PARa) pela cultura como variável explicativa. Esta variável sintética conta com a interveniência de três componentes: (i) a radiação solar global incidente (R_s); (ii) a estrutura da vegetação, através do coeficiente de extinção (K); e (iii) o índice de área foliar da cultura (IAF). O componente (R_s) é medido nas estações meteorológicas. O K e IAF são estimados.

O modelo é dado por:

$$MS = b_1 * \sum PARa \quad (2.1)$$

onde MS é o rendimento de massa de matéria seca ($g.m^{-2}$), b_1 é o coeficiente de regressão e PARa é a radiação solar fotossinteticamente ativa (PAR) absorvida ($Mj.m^{-2}.dia^{-1}$).

Por sua vez, a variável PARa é dada por:

$$PARa = PAR * Ea \quad (2.2)$$

onde PAR é a radiação solar fotossinteticamente ativa incidente e Ea é a eficiência de absorção da radiação.

A absorção da radiação fotossinteticamente ativa (PARa), relativa ao presente estudo, está publicada em BARNI et al. (1995, b), e toda a descrição dos materiais e métodos utilizados no presente trabalho encontra-se em BARNI et al. (1995, a, b), com exceção das seguintes determinações:

Na colheita, realizada na maturação fisiológica de cada uma das cultivares, em cada época de semeadura e repetição foram contadas as plantas da área útil das unidades experimentais com as quais foi determinado o rendimento de grãos.

As amostras, que serviram para determinar a massa de matéria fresca a campo, foram secadas até peso constante, em estufa com ar

forçado à temperatura de 60-70°C durante três a quatro dias.

Os capítulos (receptáculos) colhidos da área útil de cada uma das unidades experimentais, desde o início da antese (estádio R5) até a maturação fisiológica (estádio R9), foram levados para secar em estufa, até peso constante. Após, foram trilhados manualmente, pesados e realizada a conversão para $g.m^{-2}$ e $kg.ha^{-1}$.

Amostras de 10g de sementes, de cada unidade experimental, foram contadas e os valores obtidos convertidos em peso de mil sementes, com teor de umidade de 10%.

A evapotranspiração potencial (ETP) ou de referência (ETo) do girassol foi estimada pelo método de PENMAN modificado, no qual utilizou-se o saldo de radiação determinado sobre o dossel do girassol, como função da radiação solar global (Rs).

Para a estimativa da evapotranspiração real (ETr) utilizou-se o método do balanço hídrico segundo THORNTHWAITE e MATHER (1955), empregando-se, como dados de entrada, a precipitação pluvial e a ETP do girassol. Foram calculados balanços hídricos do solo por períodos de cinco dias.

As análises de variância foram realizadas através do método dos mínimos quadrados e testadas pelo F-teste. O Teste de Duncan testou as diferenças entre as médias. Das análises de regressão realizadas, foram obtidos os coeficientes de determinação (r^2) do modelo que melhor se ajustou em cada relação. Para a determinação do rendimento máximo (Y_m) foram considerados somente os polinômios (modelos) cujos coeficientes de regressão apresentassem significância ao nível de 1% de probabilidade. As Tabelas 2, 3, 4 e 5 registram as equações obtidas em cada etapa da parametrização do rendimento máximo (Y_m), assim como os procedimentos adotados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do final da antese, os valores da PAR absorvida (fA) passaram a ser decrescentes em razão da senescência e queda de folhas, conforme mostrado em BARNI et al. (1995, b). Para a finalidade de estimativa do rendimento máximo de grãos do girassol (Y_m) interessa determinar a absorção da PAR até o ponto máximo do segmento linear da curva de absorção representado na Figura 1 que, para o girassol, coincide com o final da antese, quando também

ocorre o IAF – verde máximo, o qual é altamente correlacionado com o rendimento de grãos (VRÂNCEANU, 1977; RAWSON e HINDMARSH, 1983). RAWSON et al. (1980) constataram um aumento linear do rendimento de aquênios para cada acréscimo unitário do IAF ($r^2=0,86$).

Pelos resultados apresentados na Figura 1 e Tabelas 1, 2, 3, 4, e 5 constata-se que a PAR absorvida acumulada (PARaa) atingiu, no final da antese, valores entre 320 a 450 $Mj.m^{-2}$, para as distintas cultivares nas diferentes datas de semeadura. A cultivar tardia GR-10, na semeadura de agosto, atingiu os maiores valores de PAR absorvida. A relação entre a massa de matéria seca aérea acumulada e PAR absorvida acumulada é linear, da emergência das plantas até o final da antese, ou até a metade do subperíodo de enchimento de grãos do girassol (R6). Estas são datas que se confundem, uma vez que a antese e o enchimento de grãos se superpõem, isto é, o mesmo capítulo, em dado momento, pode apresentar-se parte em processo de enchimento de grãos e parte em antese. Situação semelhante ocorre com a soja (DAUGHTRY et al., 1992).

O acúmulo de matéria seca aérea do girassol, espécie C-3, em relação à quantidade de PAR absorvida, foi da ordem de 2,298 e 2,457g por megajoule de PAR absorvida (valores observado e calculado, respectivamente), no ajuste englobando cultivares e datas de semeadura (Tabelas 2, 3, 4 e 5). Este valor é levemente superior ao da soja e de outros cereais de inverno como o trigo e a cevada, mas inferior ao milho, uma espécie C-4, concordando com os resultados obtidos por diversos pesquisadores (BISCOE e GALLAGHER, 1977; GOSSE et al., 1984; DAUGHTRY et al., 1992).

Nas Tabelas 1, 2, 3 e 4 encontram-se os valores (observados e calculados) da eficiência de uso da radiação solar pelo girassol em função de cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura. Estes valores são os coeficientes de regressão entre a PAR absorvida acumulada e a fitomassa aérea produzida. Os dados mostram que, tanto para os valores observados quanto para os calculados pelo modelo, a maior eficiência ocorreu com a semeadura de setembro, seguindo-se a de agosto e posicionando-se em último lugar a semeadura de novembro. Este fato confirma os meses de agosto e setembro como os mais indicados para a semeadura do girassol no Estado do Rio Grande do Sul, reforçando

recomendações de SILVA e MUNDSTOCK (1988). Destaca-se, ainda, que a semeadura de novembro/91 foi beneficiada pelas satisfatórias condições de umidade, proporcionadas pelas precipitações pluviais e irrigações complementares, o que não é normal acontecer (BERLATO, 1992), principalmente, na região da Depressão Central do Estado, onde o experimento foi conduzido. Portanto, a eficiência de 2,457 g de fitomassa seca por Mj de PAR absorvida acumulada representa o valor ajustado do potencial produtivo apresentado pelos três ambientes. Os valores calculados, pelo modelo ajustado, tenderam a ser sempre maiores aos observados, em razão da eliminação de observações discrepantes ocasionadas por problemas de amostragem ou de medições, tais como IAF, radiação transmitida e fitomassa produzida.

A semeadura de novembro proporcionou, nas duas cultivares e nos dois níveis de adubação, um valor médio de 12,03g.m⁻². dia⁻¹. Para 1992, a taxa média observada no período da emergência ao final da antese foi de 11,66g.m⁻².dia⁻¹. Este resultado mostra que, em termos de produtividade, a semeadura de novembro superou as demais pelo menor tempo de ocupação da terra. Entretanto, ressalta-se, novamente, que os riscos por deficiência hídrica ou estresse hídrico são mais frequentes na semeadura de novembro do que em agosto e setembro, uma vez que os meses mais problemáticos com relação à deficiência hídrica no Estado do Rio Grande do Sul são dezembro, janeiro e fevereiro (BERLATO, 1992).

Tendo em conta que o girassol, o milho, a soja e o trigo convertem a PAR absorvida (PARa) em fitomassa em diferentes taxas, a capacidade para discriminar estas culturas é essencial para estimar a produção de fitomassa a partir da PARa. Assim, não somente a PARa diária pode ser estimada para muitas áreas a partir de dados multiespectrais, mas também a produção de fitomassa. Esta possibilidade tornaria enormemente facilitado o gerenciamento (técnico e econômico) da produção agrícola, via sensoriamento remoto.

A produção de grãos, estimada pelo índice de colheita (IC), de espécies não forrageiras é mais importante do que a fitomassa total, do ponto de vista econômico.

O índice de colheita oscilou entre 0,25 e 0,35, para os valores observados e calculados, quando as condições de produção de matéria seca foram consideradas satisfatórias (Tabelas

1, 2, 3 e 4). O valor médio, em torno de 0,30, relaciona o rendimento de grãos secos na maturação fisiológica do girassol com a fitomassa aérea do final da antese (estádio R6). Obviamente, o índice de colheita na maturação fisiológica é mais elevado, em função da redução da fitomassa seca pela queda das folhas (RIZZARDI, 1991).

Uma evidência importante foi de que a relação entre o rendimento de grãos e a massa de matéria seca da parte aérea da planta igualou-se a 1,0 (Tabelas 1, 2, 3 e 4), em torno do estágio da diferenciação do primórdio floral (estádio R1 – Tabela 5). Isto significa que a massa de matéria seca da parte aérea da planta, na diferenciação do primórdio floral, pode ser um indicativo do potencial de rendimento de grãos na maturação fisiológica do girassol, se não ocorrerem condições restritivas durante o período reprodutivo.

O rendimento médio de grãos para as cultivares GR-18 e GR-10 na semeadura de 04/11/1991 foi de 2.683 kg.ha⁻¹, em base seca, o que corresponde a 2.981 kg.ha⁻¹ com 10% de umidade (Tabela 6), que é a indicada, tecnicamente, para o armazenamento prolongado e a comercialização do girassol (MUNDSTOCK e SILVA, 1988). Em 1992, alcançou a média de 2.802 kg.ha⁻¹, ou cerca de 3.113 kg.ha⁻¹ com 10% de umidade. Neste ano, a cultivar tardia apresentou um rendimento médio de 3.187 kg.ha⁻¹ e a precoce alcançou 3.038 kg.ha⁻¹. A média das duas estações de crescimento situou-se em torno dos 3.069 kg.ha⁻¹, com as cultivares precoces apresentando um rendimento médio de 3.020 kg.ha⁻¹ e a cultivar tardia atingindo 3.117 kg.ha⁻¹, com teor de 10% de umidade (Tabela 6). Houve, portanto, tendência da cultivar tardia ser mais produtiva do que as cultivares precoces avaliadas. Entretanto, ocorreu uma redução marcante do rendimento da cultivar precoce GR-16, entre a semeadura de agosto e a semeadura de setembro de 1992, e menor redução no rendimento da cultivar tardia. O peso de mil sementes (Tabela 6) foi significativamente reduzido com a semeadura de setembro e, principalmente, de novembro. Esta redução no rendimento de grãos, provavelmente, esteve associada às condições de disponibilidade de água no período da diferenciação do primórdio floral ao final da antese (estádios R1 a R6), como pode ser verificado pela fenologia, apresentada na Tabela 5, e pelo balanço hídrico, registrado na Tabela 8. Para a semeadura de setembro, a diferenci-

ação do primórdio floral (R1) da cultivar GR-16 ocorreu em 15/11 e o final da antese (R6) situou-se em 12/12, coincidindo com índices hídricos (ETr/ETP) de 0,51, e 0,55 em meados do mês de novembro e de 0,65 e 0,56 no início de dezembro, além dos índices hídricos de 0,21 e 0,11 do final da antese até a maturação fisiológica. Isto evidencia a sensibilidade do período que vai da diferenciação do primórdio floral ao final da antese e o próprio período de final de enchimento de grãos e maturação, quanto à condição hídrica.

Deficiências hídricas ocorreram nos segundo, terceiro e quarto quinqüídios do mês de janeiro de 1992 (Tabela 7), no quarto e quinto quinqüídios de novembro de 1992 e, de maior intensidade, no final do mês de dezembro do mesmo ano (Tabela 8). Estes períodos foram coincidentes com os períodos críticos do girassol, em relação ao fator água (DOORENBOS e KASSAN, 1979), principalmente para a semeadura de 1991 e para a segunda época de semeadura, em 1992. Mesmo com estas limitações hídricas, o rendimento médio final atingiu valores em torno de 3.069 kg.ha⁻¹ (Tabela 6). Ficou evidenciada, também, a maior sensibilidade das cultivares precoces ao estresse de água.

Contudo, verifica-se nas Tabelas 1 e 2 que os índices de colheita obtidos com base nos dados observados e calculados, a partir da fitomassa estimada pela equação ajustada, foram semelhantes no final da antese, com os valores na faixa de 0,27 a 0,35. Apenas a cultivar GR-16, na semeadura de agosto de 1992, atingiu índice de colheita em torno de 0,40.

O índice de colheita é um parâmetro importante, porquanto ele passa a ser o estimador do rendimento de grãos, a partir da fitomassa aérea produzida até o final da antese.

Na Figura 2-a está representado o modelo ajustado, para estimativa da matéria seca aérea do girassol em função da PAR absorvida acumulada, cujo coeficiente de determinação alcançou o valor de 0,960. Por sua vez, a Figura 2-b apresenta a aferição do modelo ajustado.

Uma ressalva importante a ser mencionada, no que respeita ao modelo ajustado, é de que a relação somente é válida enquanto o dossel (verde) está interceptando o máximo de radiação solar. No momento em que as folhas senescem e caem, ocorre a redução no IAF e o declínio na interceptação e absorção da radiação. A partir deste ponto, o modelo perde o poder de predição. Portanto, o final da antese (estádio R6)

representa o ponto de máxima interceptação da radiação. Todas as relações entre fitomassa aérea e rendimento de grãos devem ser estabelecidas neste ponto, o que efetivamente foi concretizado com o índice de colheita, conforme descrito anteriormente. Para a soja, JOHNSON e MAJORS (1979) consideraram como rendimento biológico aquele determinado na época de máxima matéria seca acumulada.

Estes resultados são consistentes com a grande maioria daqueles obtidos por diferentes pesquisadores, relacionando a fitomassa produzida e a PAR absorvida pelas culturas (GOSSE et al., 1984; DURAND et al., 1989; DAUGHTRY et al., 1992).

Dessa forma fica demonstrado que é possível o ajuste do modelo para culturas de grãos como o girassol, onde a grande dependência fenológica reside na temperatura efetiva (soma dos Graus-dia).

CONCLUSÕES

1. Para a Região Climática da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, onde foram conduzidos os experimentos, o girassol apresenta uma eficiência energética de 2,457g de massa de matéria seca aérea por megajoule de PAR absorvida, no período que vai da emergência das plantas até o final da antese.

2. A maior eficiência entre PAR absorvida acumulada e massa de matéria seca produzida ocorre com a semeadura de setembro, seguida pela de agosto e situando-se em último lugar a semeadura de novembro, confirmando as recomendações de época de semeadura do girassol para os meses de agosto e setembro no Rio Grande do Sul.

3. A semeadura em agosto e setembro determina um aumento na quantidade de radiação solar absorvida por unidade de área foliar, que se reflete no aumento da taxa assimilatória líquida, em função da maior penetração de luz no dossel da cultura e da alongação do ciclo da cultura.

4. Em termos de produtividade, onde o fator tempo de ocupação da terra é considerado no cálculo, a semeadura de novembro é a mais produtiva, abstraindo-se os riscos de estiagens dos meses de janeiro e fevereiro.

5. A quantidade de massa de matéria seca da parte aérea da planta, no estágio de diferenciação do primórdio floral, tende a igualar-se ao peso de grãos na maturação fisiológica, mostrando ser este um indicativo do

potencial de rendimento de grãos do girassol.

6. O modelo de predição do rendimento baseado no rendimento máximo (Ym) mostra-se promissor à cultura do girassol no Rio Grande do Sul.

7. O Ym pode ser estimado por local ou região com base nas normais climáticas de radiação solar e temperatura do ar, o qual poderá ser denominado de rendimento máximo climático do girassol.

TABELA 1 - Dados e roteiro utilizados na estimativa do rendimento máximo (Ym) da cultura do girassol com base na radiação solar absorvida pela comunidade vegetal durante a estação de crescimento de 1991/92, no município de Taquari-RS. Ajuste individual por cultivar e por nível de fertilidade do solo

Cultivar:	Dias após Emerg.	PARa Obs. (cal/cm2)	PARa Calc. (cal/cm2)	PARa1 Obs. (MJ/m2)	PARa2 Calc. (MJ/m2)	MS Obs. (g/m2)	MS CALCULADA PARa1 (g/m2)	MS CALCULADA PARa2 (g/m2)	Indice de Colheita Obs.	Indice de Colheita Calc.
GR-10										
04/11/91	Semeadura	(11a)	(12a)	(13a)	(14a)		(15a)	(16a)	(17a)	(18a)
22/11/91	10	21,2	6,1	0,9	0,3	6,6	2,0	0,6	40,75	440,33
29/11/91	17	102,1	44,0	4,3	1,8	19,9	9,7	4,3	13,51	61,89
06/12/91	24	540,5	290,3	22,6	12,1	75,9	51,2	28,6	3,54	9,39
13/12/91	31	1182,6	847,7	49,4	35,4	277,8	112,1	83,6	0,97	3,21
20/12/91	38	2612,5	2122,4	109,2	88,7	295,6	247,6	209,2	0,91	1,28
27/12/91	45	3604,3	3139,4	150,7	131,2	406,2	341,6	309,4	0,66	0,87
03/01/92	52	5163,6	4776,9	215,8	199,7	566,4	489,3	470,8	0,47	0,57
10/01/92	59	6783,2	6483,8	283,5	271,0	737,8	642,8	639,1	0,36	0,42
17/01/92	66	8364,4	8166,1	349,6	341,3	765,6	792,6	804,9	0,35	0,33
24/01/92	73	9788,9	9651,9	409,2	403,4	786,4	927,6	951,3	0,34	0,28
31/01/92	80					934,9			0,29	
07/02/92	87					847,5			0,32	
GR-10										
04/11/91	Semeadura	(11a)	(12a)	(13a)	(14a)		(15a)	(16a)	(17a)	(18a)
22/11/91	10	21,2	5,2	0,9	0,2	6,8	2,0	0,5	39,19	515,38
29/11/91	17	92,9	40,6	3,9	1,7	23,5	8,9	4,0	11,41	66,34
06/12/91	24	551,6	287,9	23,1	12,0	78,5	52,8	28,7	3,41	9,35
13/12/91	31	1241,3	864,8	51,9	36,1	321,0	118,9	86,1	0,83	3,11
20/12/91	38	2678,7	2168,3	112,0	90,6	335,8	256,6	215,9	0,80	1,24
27/12/91	45	3694,7	3194,4	154,4	133,5	413,8	354,0	318,1	0,65	0,84
03/01/92	52	5323,6	4842,3	222,5	202,4	580,6	510,0	482,1	0,46	0,56
10/01/92	59	6867,4	6562,2	287,1	274,3	651,4	657,9	653,4	0,41	0,41
17/01/92	66	8383,9	8247,4	350,4	344,7	806,0	803,2	821,2	0,33	0,33
24/01/92	73	9783,6	9680,6	409,0	404,6	829,3	937,3	963,9	0,32	0,28
31/01/92	80					1069,2			0,25	
07/02/92	87					896,7			0,30	
F1										
04/11/91	Semeadura	(11b)	(12b)	(13b)	(14b)		(15b)	(16b)	(17b)	(18b)
22/11/91	10	24,2	6,6	1,0	0,3	6,8	2,3	0,7	39,44	404,89
29/11/91	17	101,7	48,1	4,3	2,0	21,6	9,8	4,8	12,37	55,56
06/12/91	24	552,7	318,7	23,1	13,3	82,2	53,0	31,9	3,25	8,38
13/12/91	31	1262,3	919,8	52,8	38,4	297,0	121,1	92,1	0,90	2,90
20/12/91	38	2743,9	2245,7	114,7	93,9	345,1	263,2	224,7	0,77	1,19
27/12/91	45	3764,2	3282,5	157,3	137,2	426,9	361,1	328,5	0,63	0,81
03/01/92	52	5372,1	4948,1	224,6	206,8	585,0	515,4	495,2	0,46	0,54
10/01/92	59	7036,3	6686,6	294,1	279,5	788,8	675,0	669,1	0,34	0,40
17/01/92	66	8616,3	8395,6	360,2	350,9	797,1	826,6	840,1	0,34	0,32
24/01/92	73	10071,2	9906,8	421,0	414,1	803,5	966,1	991,4	0,33	0,27
31/01/92	80					1075,4			0,25	
07/02/92	87					875,8			0,31	
F2										
04/11/91	Semeadura	(11b)	(12b)	(13b)	(14b)		(15b)	(16b)	(17b)	(18b)
22/11/91	10	18,2	5,1	0,8	0,2	6,7	1,7	0,5	39,31	533,88
29/11/91	17	93,3	38,8	3,9	1,6	21,8	8,6	3,7	12,02	69,95
06/12/91	24	592,7	270,9	24,8	11,3	72,3	54,9	26,1	3,62	10,02
13/12/91	31	1212,1	817,2	50,7	34,2	301,8	112,3	78,8	0,87	3,32
20/12/91	38	2598,8	2085,5	108,6	87,2	316,3	240,8	201,1	0,83	1,30
27/12/91	45	3583,8	3098,7	149,8	129,5	393,1	332,1	298,8	0,67	0,88
03/01/92	52	5163,1	4727,8	215,8	197,6	561,9	478,5	455,9	0,47	0,57
10/01/92	59	6743,3	6426,4	281,9	268,6	600,5	624,9	619,7	0,44	0,42
17/01/92	66	8275,0	8097,7	345,9	338,5	774,4	766,8	780,9	0,34	0,34
24/01/92	73	9648,8	9541,3	403,3	398,8	792,2	894,2	920,1	0,33	0,28
31/01/92	80					928,6			0,28	
07/02/92	87					868,3			0,30	

(11a,b) = (Rs*0,46*Ea-obs.)

(13a,b) = (PARa-obs.*0,0418) = PARa1

(15a) = (2,267*PARa1) r² = 0,946

(16a) = (2,358*PARa2) r² = 0,967

(17a,b) = (Rend. Grãos seco/Fitomassa obs.)

(19a) = (2,292*PARa1) r² = 0,946

(20a) = (2,382*PARa2) r² = 0,965

(12a,b) = (Rs*0,46*Ea-calc.)

(14a,b) = (PARa-calc.*0,0418) = PARa2

(15b) = (2,295*PARa1) r² = 0,947

(16b) = (2,394*PARa2) r² = 0,967

(18a,b) = (Rend. Grãos seco/Fitomassa calc.)

(19b) = (2,217*PARa1) r² = 0,946

(20b) = (2,307*PARa2) r² = 0,967

TABELA 2-Dados e roteiro utilizados na estimativa do rendimento máximo (Ym) da cultura do girassol com base na radiação solar absorvida pela comunidade vegetal durante a estação de crescimento de 1992/93, no município de Taquari-RS. Ajuste individual por cultivar em cada época de semeadura

Época: Cultivar: Datas:	Dias após Emerg.	PARa Obs. (cal/cm2)	PARa Calc. (cal/cm2)	PARa1 Obs. (MJ.m-2)	PARa2 Calc. (MJ.m-2)	MS Obs. (g.m-2)	MS CALCULADA PARa1 PARa2 (g.m-2)		Índice de Colheita Obs. Calc.	
Época-1 (E1)										
GR-16										
		(11a)	(12a)	(13a)	(14a)		(15a)	(16a)	(17a)	(18a)
26/08/92	Semeadura									
28/09/92	20	85,7	38,6	3,6	1,6	13,2	8,3	3,8	23,24	80,45
02/10/92	24	136,1	67,3	5,7	2,8	27,8	13,2	6,7	10,99	45,63
09/10/92	31	441,1	279,0	18,4	11,7	55,4	42,9	27,7	5,52	11,04
16/10/92	38	1344,4	1046,5	56,2	43,7	144,2	130,8	104,0	2,12	2,94
23/10/92	45	2170,9	2014,5	90,7	84,2	244,3	211,2	200,2	1,25	1,53
30/10/92	52	3355,1	3247,5	140,2	135,7	353,7	326,5	322,7	0,86	0,95
06/11/92	59	4666,2	4623,1	195,0	193,2	491,9	454,1	459,3	0,62	0,67
13/11/92	66	6138,1	6102,8	256,6	255,1	707,9	597,3	606,4	0,43	0,50
20/11/92	73	7610,5	7614,4	318,1	318,3	737,8	740,6	756,6	0,41	0,40
27/11/92	80	8836,3	8500,6	369,4	355,3	743,6	859,9	844,6	0,41	0,36
04/12/92	87					723,3			0,42	
08/12/92	91									
GR-10										
							(19a)	(20a)		
26/08/92	Semeadura									
28/09/92	20	99,7	61,3	4,2	2,6	11,5	9,1	5,9	25,88	50,47
02/10/92	24	160,9	94,7	6,7	4,0	20,4	14,7	9,0	14,63	33,09
09/10/92	31	519,4	273,8	21,7	11,4	46,3	47,6	26,2	6,43	11,37
16/10/92	38	1308,0	837,4	54,7	35,0	104,7	119,7	80,0	2,84	3,72
23/10/92	45	2128,9	1630,0	89,0	68,1	206,6	194,9	155,7	1,44	1,91
30/10/92	52	3327,5	2787,7	139,1	116,5	367,2	304,6	266,3	0,81	1,12
06/11/92	59	4693,6	4179,3	196,2	174,7	470,0	429,7	399,2	0,63	0,75
13/11/92	66	6195,9	5729,1	259,0	239,5	677,2	567,2	547,1	0,44	0,54
20/11/92	73	7898,1	7459,0	330,1	311,8	728,0	722,9	712,4	0,41	0,42
27/11/92	80	9385,5	8988,4	392,3	375,7	921,5	859,2	858,5	0,32	0,35
04/12/92	87	10991,5	10660,4	459,4	445,6	987,8	1006,2	1018,2	0,30	0,29
14/12/92	97	12949,4	12741,6	541,3	532,6	1069,4	1185,4	1217,0	0,28	0,24
18/12/92	101					1072,2			0,28	
23/12/92	106					994,4			0,30	
Época-2 (E2)										
GR-16										
		(11b)	(12b)	(13b)	(14b)		(15b)	(16b)	(17b)	(18b)
28/09/92	Semeadura									
23/10/92	14	46,0	41,3	1,9	1,7	8,2	4,6	4,3	29,43	56,07
30/10/92	21	240,3	148,6	10,0	6,2	33,5	24,2	15,6	7,20	15,46
06/11/92	28	548,7	491,1	22,9	20,5	80,5	55,2	51,4	3,00	4,69
13/11/92	35	1707,4	1364,4	71,4	57,0	218,5	171,9	142,9	1,10	1,69
20/11/92	42	3026,2	2751,6	126,5	115,0	245,8	304,6	288,2	0,98	0,84
27/11/92	49	4355,0	4124,0	182,0	172,4	531,3	438,3	432,0	0,45	0,56
04/12/92	56	5899,2	5656,7	246,6	236,4	613,9	593,8	592,5	0,39	0,41
14/12/92	66	7932,0	7633,5	331,6	319,1	783,3	798,4	799,6	0,31	0,30
18/12/92	70	8644,5	8429,8	361,3	352,4	833,3	870,1	883,0	0,29	0,27
23/12/92	75					846,7			0,28	
30/12/92	82					772,2			0,31	
GR-10										
							(19b)	(20b)		
28/09/92	Semeadura									
23/10/92	14	31,3	21,3	1,3	0,9	6,8	3,2	2,3	40,62	119,96
30/10/92	21	127,1	91,7	5,3	3,8	25,9	13,1	9,9	10,66	27,87
06/11/92	28	530,0	365,2	22,2	15,3	98,7	54,7	39,4	2,79	7,00
13/11/92	35	1704,2	1219,9	71,2	51,0	206,2	175,9	131,6	1,34	2,10
20/11/92	42	3142,5	2692,5	131,4	112,5	294,5	324,5	290,5	0,94	0,95
27/11/92	49	4550,9	4167,2	190,2	174,2	422,8	469,9	449,6	0,65	0,61
04/12/92	56	6131,4	5815,7	256,3	243,1	663,9	633,0	627,4	0,42	0,44
14/12/92	66	8387,3	8039,8	350,6	336,1	877,8	866,0	867,4	0,31	0,32
18/12/92	70	9324,4	8992,6	389,8	375,9	955,6	962,7	970,2	0,29	0,28
23/12/92	75	10290,9	10018,5	430,2	418,8	1063,9	1062,5	1080,9	0,26	0,26
30/12/92	82					1094,4			0,25	
08/01/93	91					988,9			0,28	

(11a,b) = (Rs*0,46*Ea-obs.)	(12a,b) = (Rs*0,46*Ea-calc.)
(13a,b) = (PARa-obs.*0,0418) = PARa1	(14a,b) = (PARa-calc.*0,0418) = PARa2
(15a) = (2,328*PARa1) r ² = 0,943	(15b) = (2,408*PARa1) r ² = 0,926
(16a) = (2,377*PARa2) r ² = 0,967	(16b) = (2,506*PARa2) r ² = 0,964
(17a,b) = (Rend. Grãos seco/Fitomassa obs.)	(18a,b) = (Rend. Grãos seco/Fitomassa calc.)
(19a) = (2,190*PARa1) r ² = 0,946	(19b) = (2,470*PARa1) r ² = 0,918
(20a) = (2,285*PARa2) r ² = 0,968	(20b) = (2,581*PARa2) r ² = 0,966

TABELA 3 - Dados e roteiro utilizados na estimativa do rendimento máximo (Ym) da cultura de girassol com base na radiação solar absorvida pela comunidade vegetal durante a estação de crescimento de 1991/92, no município de Taquari-RS. Ajuste único englobando cultivares e níveis de fertilidade do solo

Cultivar:	Dias após Emerg.	PARa Obs. (cal/cm ²)	PARa Calc. (cal/cm ²)	PARa1 Obs. (Mj/m ²)	PARa2 Calc. (Mj/m ²)	MS Obs. (g/m ²)	MS CALCULADA PARa1 PARa2 (g/m ²)		Índice de Colheita Obs. Calc.	
GR-18										
		(11a)	(12a)	(13a)	(14a)		(15a)	(16a)	(17a)	(18a)
04/11/91	Semeadura									
22/11/91	10	21,18	7,34	0,89	0,31	6,59	2,03	0,75	40,75	356,31
29/11/91	17	102,05	50,90	4,27	2,13	19,88	9,80	5,23	13,51	51,38
06/12/91	24	540,48	318,91	22,59	13,33	75,91	51,92	32,75	3,54	8,20
13/12/91	31	1182,63	885,16	49,43	37,00	277,79	113,60	90,91	0,97	2,95
20/12/91	38	2612,49	2130,71	109,20	89,06	295,61	250,95	218,83	0,91	1,23
27/12/91	45	3604,34	3120,56	150,66	130,44	406,17	346,22	320,49	0,66	0,84
03/01/92	52	5163,63	4715,99	215,84	197,13	566,39	496,00	484,34	0,47	0,55
10/01/92	59	6783,17	6381,27	283,54	266,74	737,78	651,57	655,37	0,36	0,41
17/01/92	66	8364,41	7995,67	349,63	334,22	765,56	803,46	821,18	0,35	0,33
24/01/92	73	9788,94	9288,75	409,18	388,27	786,39	940,29	953,98	0,34	0,28
31/01/92	80					934,86			0,29	
07/02/92	87					847,50			0,32	
GR-10										
							(19a)	(20a)		
04/11/91	Semeadura									
22/11/91	10	21,18	7,34	0,89	0,31	6,84	2,03	0,75	39,19	355,58
29/11/91	17	92,94	50,90	3,88	2,13	23,49	8,93	5,23	11,41	51,27
06/12/91	24	551,57	318,91	23,06	13,33	78,52	52,98	32,75	3,41	8,18
13/12/91	31	1241,31	885,16	51,89	37,00	321,02	119,24	90,91	0,83	2,95
20/12/91	38	2678,74	2130,71	111,97	89,06	335,78	257,31	218,83	0,80	1,22
27/12/91	45	3694,69	3120,56	154,44	130,44	413,81	354,90	320,49	0,65	0,84
03/01/92	52	5323,62	4715,99	222,53	197,13	580,56	511,37	484,34	0,46	0,55
10/01/92	59	6867,42	6381,27	287,06	266,74	651,45	659,66	655,37	0,41	0,41
17/01/92	66	8383,91	7995,67	350,45	334,22	805,97	805,33	821,18	0,33	0,33
24/01/92	73	9783,55	9288,75	408,95	388,27	829,31	939,77	953,98	0,32	0,28
31/01/92	80					1069,17			0,25	
07/02/92	87					896,67			0,30	
F1										
		(11b)	(12b)	(13b)	(14b)		(15b)	(16b)	(17b)	(18b)
04/11/91	Semeadura									
22/11/91	10	24,18	7,34	1,01	0,31	6,78	2,32	0,75	39,44	354,56
29/11/91	17	101,73	50,90	4,25	2,13	21,61	9,77	5,23	12,37	51,12
06/12/91	24	552,74	318,91	23,10	13,33	82,17	53,09	32,75	3,25	8,16
13/12/91	31	1262,25	885,16	52,76	37,00	296,99	121,25	90,91	0,90	2,94
20/12/91	38	2743,85	2130,71	114,69	89,06	345,10	263,56	218,83	0,77	1,22
27/12/91	45	3764,22	3120,56	157,34	130,44	426,88	361,58	320,49	0,63	0,83
03/01/92	52	5372,09	4715,99	224,55	197,13	585,00	516,02	484,34	0,46	0,55
10/01/92	59	7036,26	6381,27	294,12	266,74	788,75	675,88	655,37	0,34	0,41
17/01/92	66	8616,31	7995,67	360,16	334,22	797,08	827,65	821,18	0,34	0,33
24/01/92	73	10071,20	9288,75	420,98	388,27	803,47	967,40	953,98	0,33	0,28
31/01/92	80					1075,42			0,25	
07/02/92	87					875,83			0,31	
F2										
							(19b)	(20b)		
04/11/91	Semeadura									
22/11/91	10	18,17	7,34	0,76	0,31	6,66	1,75	0,75	39,30	347,09
29/11/91	17	93,26	50,90	3,90	2,13	21,76	8,96	5,23	12,02	50,04
06/12/91	24	592,71	318,91	24,78	13,33	72,25	56,93	32,75	3,62	7,99
13/12/91	31	1212,09	885,16	50,67	37,00	301,81	116,43	90,91	0,87	2,88
20/12/91	38	2598,80	2130,71	108,63	89,06	316,28	249,63	218,83	0,83	1,20
27/12/91	45	3583,82	3120,56	149,80	130,44	393,11	344,25	320,49	0,67	0,82
03/01/92	52	5163,13	4715,99	215,82	197,13	561,94	495,95	484,34	0,47	0,54
10/01/92	59	6743,33	6381,27	281,87	266,74	600,48	647,74	655,37	0,44	0,40
17/01/92	66	8274,95	7995,67	345,89	334,22	774,44	794,86	821,18	0,34	0,32
24/01/92	73	9648,84	9288,75	403,32	388,27	792,22	926,83	953,98	0,33	0,27
31/01/92	80					928,61			0,28	
07/02/92	87					868,33			0,30	

(11a,b) = (Rs*0,46*Ea-obs.)

(12a,b) = (Rs*0,46*Ea-calc.)

(13a,b) = (PARa-obs.*0,0418) = PARa1

(14a,b) = (PARa-calc.*0,0418) = PARa2

(15a,b) (19a,b) = (2.2980*PARa1) r² = 0,940

(16a,b) (20a,b) = (2.4570*PARa2) r² = 0,960

(17a,b) = (Rend. Grãos seco/Fitomassa obs.)

(18a,b) = (Rend. Grãos seco/Fitomassa calc.)

TABELA 4 - Dados e roteiro utilizados na estimativa do rendimento máximo (Ym) da cultura do girassol com base na radiação solar absorvida pela comunidade vegetal durante a estação de crescimento de 1992/93, no município de Taquari-RS. Ajuste único englobando as duas cultivares nas duas épocas de semeadura

Época:	Dias	PARa	PARa	PARa1	PARa2	MS	MS CALCULADA	Índice de		
Cultivar:	após	Obs.	Calc.	Obs.	Calc.	Obs.	PARa1	PARa2	Colheita	
Datas:	Emerg.	(cal/cm2)	(cal/cm2)	(MJ/m2)	(MJ/m2)	(g.m-2)	(g.m-2)	(g.m-2)	Obs. Calc.	
Época-1 (E1)										
GR-16										
		(11a)	(12a)	(13a)	(14a)		(15a)	(16a)	(17a)	(18a)
26/08/92	Semeadura									
28/09/92	20	85,7	49,7	3,6	2,1	13,2	8,2	5,1	23,24	59,91
02/10/92	24	136,1	78,4	5,7	3,3	27,8	13,1	8,1	10,99	37,97
09/10/92	31	441,1	243,6	18,4	10,2	55,4	42,4	25,0	5,52	12,22
16/10/92	38	1344,4	794,0	56,2	33,2	144,2	129,1	81,5	2,12	3,75
23/10/92	45	2170,9	1571,5	90,7	65,7	244,3	208,5	161,4	1,25	1,89
30/10/92	52	3355,1	2721,7	140,2	113,8	353,7	322,3	279,5	0,86	1,09
06/11/92	59	4666,2	4086,8	195,0	170,8	491,9	448,2	419,7	0,62	0,73
13/11/92	66	6138,1	5605,0	256,6	234,3	707,9	589,6	575,7	0,43	0,53
20/11/92	73	7610,5	7311,3	318,1	305,6	737,8	731,0	750,9	0,41	0,41
27/11/92	80	8836,3	8810,6	369,4	368,3	743,6	848,8	904,9	0,41	0,34
04/12/92	87					723,3			0,42	
08/12/92	91									
GR-10										
							(19a)	(20a)		
26/08/92	Semeadura									
28/09/92	20	99,7	49,7	4,2	2,1	11,5	9,6	5,1	25,88	58,36
02/10/92	24	160,9	78,5	6,7	3,3	20,4	15,5	8,1	14,63	36,93
09/10/92	31	519,4	244,5	21,7	10,2	46,3	49,9	25,1	6,43	11,86
16/10/92	38	1308,0	796,2	54,7	33,3	104,7	125,6	81,8	2,84	3,64
23/10/92	45	2128,9	1580,3	89,0	66,1	206,6	204,5	162,3	1,44	1,83
30/10/92	52	3327,5	2720,3	139,1	113,7	367,2	319,6	279,4	0,81	1,07
06/11/92	59	4693,6	4085,5	196,2	170,8	470,0	450,9	419,6	0,63	0,71
13/11/92	66	6195,9	5603,7	259,0	234,2	677,2	595,2	575,5	0,44	0,52
20/11/92	73	7897,1	7310,0	330,1	305,6	728,0	758,6	750,8	0,41	0,40
27/11/92	80	9385,5	8809,2	392,3	368,2	921,5	901,5	904,7	0,32	0,33
04/12/92	87	10991,5	10368,2	459,4	433,4	987,8	1055,8	1064,8	0,30	0,28
14/12/92	97	12949,4	11727,9	541,3	490,2	1069,4	1243,9	1204,5	0,28	0,25
18/12/92	101					1072,2			0,28	
23/12/92	106					994,4			0,30	
Época-2 (E2)										
GR-16										
		(11b)	(12b)	(13b)	(14b)		(15b)	(16b)	(17b)	(18b)
28/09/92	Semeadura									
23/10/92	14	46,0	28,6	1,9	1,2	8,2	4,4	2,9	29,43	82,15
30/10/92	21	240,3	104,7	10,0	4,4	33,5	23,1	10,7	7,20	22,43
06/11/92	28	548,7	367,2	22,9	15,3	80,5	52,7	37,7	3,00	6,39
13/11/92	35	1707,4	1147,4	71,4	48,0	218,5	164,0	117,8	1,10	2,05
20/11/92	42	3026,2	2536,5	126,5	106,0	245,8	290,7	260,5	0,98	0,93
27/11/92	49	4355,0	3978,8	182,0	166,3	531,3	418,3	408,6	0,45	0,59
04/12/92	56	5899,2	5614,6	246,6	234,7	613,9	566,7	576,6	0,39	0,42
14/12/92	66	7932,0	7852,6	331,6	328,2	783,3	761,9	806,5	0,31	0,30
18/12/92	70	8644,5	8841,3	361,3	369,6	833,3	830,4	908,0	0,29	0,27
23/12/92	75					846,7			0,28	
30/12/92	82					772,2			0,31	
GR-10										
							(19b)	(20b)		
28/09/92	Semeadura									
23/10/92	14	31,3	28,6	1,3	1,2	6,8	3,0	2,9	40,62	94,01
30/10/92	21	127,1	104,7	5,3	4,4	25,9	12,2	10,7	10,66	25,67
06/11/92	28	530,0	366,3	22,2	15,3	98,7	50,9	37,6	2,79	7,33
13/11/92	35	1704,2	1145,2	71,2	47,9	206,2	163,7	117,6	1,34	2,35
20/11/92	42	3142,5	2534,2	131,4	105,9	294,5	301,9	260,3	0,94	1,06
27/11/92	49	4550,9	3976,5	190,2	166,2	422,8	437,1	408,4	0,65	0,68
04/12/92	56	6131,4	5612,3	256,3	234,6	663,9	589,0	576,4	0,42	0,48
14/12/92	66	8387,3	7850,3	350,6	328,1	877,8	805,7	806,2	0,31	0,34
18/12/92	70	9324,4	8839,1	389,8	369,5	955,6	895,7	907,8	0,29	0,30
23/12/92	75	10290,9	10037,7	430,2	419,6	1063,9	988,5	1030,9	0,26	0,27
30/12/92	82					1094,4			0,25	
08/01/93	91					988,9			0,28	

(11a,b) = (Rs*0,46*Ea-obs.)

(12a,b) = (Rs*0,46*Ea-calc.)

(13a,b) = (PARa-obs.*0,0418) = PARa1

(14a,b) = (PARa-calc.*0,0418) = PARa2

(15a,b) (19a,b) = (2.2980*PARa1) r² = 0,940

(16a,b) (20a,b) = (2.4570*PARa2) r² = 0,960

(17a,b) = (Rend. Grãos seco/Fitomassa obs.)

(18a,b) = (Rend. Grãos seco/Fitomassa calc.)

TABELA 5 - Fenologia das cultivares de girassol avaliadas nas estações de crescimento de 1991/92 e 1992/93, no município de Taquari, Rio Grande do Sul

Estádios*	Datas		Datas		Datas	
Semeadura:	04/11/1991		26/08/1992		28/09/1992	
Emergência:	12/11/1991		08/09/1992		09/10/1992	
Cultivares:	GR-18	GR-10	GR-16	GR-10	GR-16	GR-10
Dif. P. Flor. (R1)	15/12	17/12	22/10	27/10	15/11	21/11
**E-R1 (dias)	33	35	44	49	37	43
Inic. Antese (R5)	02/01	05/01	05/11	17/11	30/11	08/12
E-R5 (dias)	51	54	58	70	52	60
Final Antese (R6)	15/01	17/01	21/11	30/11	12/12	20/12
E-R6 (dias)	64	66	74	83	64	72
Maturação (R9)	31/01	07/02	08/12	24/12	30/12	08/01
E-R9 (dias)	80	87	91	107	81	91

* Fenologia fundamentada na escala proposta por SCHNEITER e MILLER (1981).

** E = Emergência das plântulas.

TABELA 6 - Fenometria de cultivares de girassol, por época de semeadura, nas estações de crescimento de 1991/92 e 1992/93, no município de Taquari-RS

Semeadura: Data	Cultivar	População plantas (pl/m ²)	IAF (m ² /m ²)	Fitomassa seca (kg/ha)	Rendimento de grãos* (kg/ha)	Peso mil sementes* (gramas)
04/11/1991						
	GR-18	6,25 a**	3,78 a	9350 a	2985 a	35,77 a
	GR-10	6,18 a	4,09 a	10692 a	2977 a	32,87 a
	Média	6,22 C***	3,94 A	10021 A	2981 B	34,32 C
26/08/1992						
	GR-16	7,72 a	2,98 a	7436 b	3397 a	46,59 a
	GR-10	7,78 a	3,62 a	10722 a	3309 a	40,48 b
	Média	7,75 A	3,3 A	9079 A	3353 A	43,53 A
28/9/1992						
	GR-16	6,56 a	3,03 a	8333 b	2679 a	40,82 a
	GR-10	7,29 a	3,76 a	10944 a	3066 a	36,56 b
	Média	6,93 B	3,4 A	9639 A	2873 B	38,69 B
Média						
	Precoces	6,84 A	3,26 A	8373 B	3020 A	41,06 A
	Tardia	7,08 A	3,82 A	10786 A	3117 A	36,64 B
	Media	6,96	3,54	9580	3069	38,85

* - Umidade dos grãos 10% (Rendimento). Peso da matéria seca de mil sementes.

** - Letras minúsculas comparam médias em cada data de semeadura. (Teste de Duncan 1%).

*** - Letras maiúsculas comparam médias entre datas de semeadura. (Teste de Duncan 1%).

TABELA 7 - Balanço hídrico, segundo THORNTHWAITE e MATHER (1955), com capacidade de armazenamento no solo de 75mm, estação de crescimento 1991/92, município de Taquari, RS

MESES	QUIN	P	ETP	P-ETP	NEG	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC	ETR/ETP
				0	0	75	0	0	0	0	
	1	30,7	22	8	0	75	0	22	0	8	1,00
	2	5,9	16	-10	-10	66	-9	15	0	0	0,98
OUTUBRO	3	0,0	30	-30	-39	44	-22	22	8	0	0,74
	4	0,0	24	-24	-63	32	-12	12	12	0	0,51
	5	39,1	22	17	-31	49	17	22	0	0	1,00
	6	3,4	16	-13	-44	41	-8	11	5	0	0,69
	1	27,7	22	5	-35	46	5	22	0	0	1,00
	2	30,7	33	-2	-37	45	-1	32	1	0	0,98
NOVEMBRO	3	1,7	18	-16	-54	36	-9	11	7	0	0,59
	4	40,4*	29	12	-33	48	12	29	0	0	1,00
	5	1,1	28	-27	-60	33	-15	16	12	0	0,56
	6	16,3	24	-8	-68	30	-3	20	4	0	0,81
	1	1,8	33	-31	-99	19	-10	12	21	0	0,37
	2	48,2	22	27	-36	46	27	22	0	0	1,00
DEZEMBRO	3	24,0	16	8	-24	54	8	16	0	0	1,00
	4	28,0	35	-7	-30	50	-5	33	2	0	0,94
	5	90,7	19	72	0	75	25	19	0	47	1,00
	6	52,0	35	17	0	75	0	35	0	17	1,00
	1	3,8	31	-28	-28	51	-24	27	4	0	0,87
	2	0,0	28	-28	-55	35	-16	16	12	0	0,59
JANEIRO	3	3,6	32	-28	-83	24	-11	15	17	0	0,47
	4	0,0	35	-35	-119	15	-9	9	26	0	0,26
	5	38,3	24	14	-70	29	14	24	0	0	1,00
	6	10,1	23	-13	-82	24	-5	15	8	0	0,64
	1	74,8	20	55	0	75	51	20	0	4	1,00
	2	17,0	28	-11	-11	64	-11	28	1	0	0,98
FEVEREIRO	3	57,9	20	38	0	75	11	20	0	27	1,00
	4	0,9	25	-24	-24	54	-21	22	3	0	0,88
	5	0,0	19	-19	-44	41	-13	13	7	0	0,65
	6	0,2	18	-18	-62	32	-9	9	9	0	0,51
		493	506				34	392	115	68	0,79

QUIN=Quinquídio; P=Precipitação; ETP=Evapotranspiração potencial; NEG=Negativo acumulado; ARM=Armazenamento; ALT=Alteração no armazenamento; ETR=evapotranspiração real; DEF=Deficiência; EXC=Excesso; ETR/ETP=Consumo relativo de água (índice hídrico).

* Irrigação.

TABELA 8 - Balanço hídrico, segundo THORTHWAITE e MATHER (1955), com capacidade de armazenamento no solo de 75mm, estação de crescimento 1992/93, município de Taquari, RS

MESES	QUIN	P	ETP	P-ETP	NEG	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC	ETR/ETP
				0	0	75	0	0	0	0	
	1	3,6	10,9	-7	-7	68	-7	11	0	0	0,98
	2	23,7	7,9	16	0	75	7	8	0	9	1,00
AGOSTO	3	12,8	9,8	3	0	75	0	10	0	3	1,00
	4	2,9	7,6	-5	-5	70	-5	8	0	0	1,00
	5	43,3	15,6	28	0	75	5	16	0	23	1,00
	6	5,1	20,7	-16	-16	61	-14	19	1	0	0,94
	1	17,2	9,9	7	-7	68	7	10	0	0	1,00
	2	2,3	18,7	-16	-24	54	-14	16	3	0	0,85
SETEMBRO	3	17,2	5,7	11	-10	66	11	6	0	0	1,00
	4	32,0	17,8	14	0	75	9	18	0	5	1,00
	5	155,3	10,7	145	0	75	0	11	0	145	1,00
	6	0,0	23,9	-24	-24	54	-21	21	3	0	0,87
	1	17,3	20,9	-4	-28	51	-3	20	1	0	0,95
	2	0,4	21,3	-21	-48	39	-13	13	8	0	0,62
OUTUBRO	3	13,0	27,4	-14	-63	32	-7	20	8	0	0,73
	4	20,4	12,4	8	-46	40	8	12	0	0	1,00
	5	25,9	34,8	-9	-55	35	-5	30	4	0	0,88
	6	85,5	25,4	60	0	75	40	25	0	20	1,00
	1	23,0	26,0	-3	-3	72	-3	26	0	0	1,00
	2	21,7	25,1	-3	-6	69	-3	25	0	0	0,99
NOVEMBRO	3	0,0	27,3	-27	-34	47	-21	21	6	0	0,78
	4	0,0	36,1	-36	-70	29	-18	18	18	0	0,51
	5	7,2	23,4	-16	-86	23	-6	13	10	0	0,55
	6	53,8	32,3	22	-38	45	22	32	0	0	1,00
	1	16,2	34,8	-19	-57	35	-10	26	9	0	0,75
	2	10,9	28,1	-17	-74	27	-7	18	10	0	0,65
DEZEMBRO	3	11,8	33,4	-22	-95	20	-7	19	15	0	0,56
	4	21,4	34,3	-13	-108	17	-3	25	10	0	0,72
	5	1,0	37,1	-36	-144	10	-7	8	29	0	0,21
	6	0,0	42,1	-42	-186	6	-5	5	38	0	0,11
	1	162,7	9,2	153	0	75	69	9	0	84	1,00
	2	8,3	29,1	-21	-21	56	-19	27	2	0	0,92
JANEIRO	3	61,0	31,6	29	0	75	19	32	0	11	1,00
	4	0,0	30,4	-30	-30	49	-26	26	5	0	0,84
	5	0,0	38,1	-38	-69	29	-20	20	18	0	0,53
	6	97,2	28,4	69	0	75	46	28	0	23	1,00
		974	848	126	-1354	1848	0	651	197	323	0,83

QUIN=Quinquídio; P=Precipitação; ETP=Evapotranspiração potencial; NEG=Negativo acumulado; ARM=Armazenamento; ALT=Alteração no armazenamento; ETR=Evapotranspiração real; DEF=Deficiência; EXC=Excesso; ETr/ETP=Consumo relativo de água (índice hídrico).

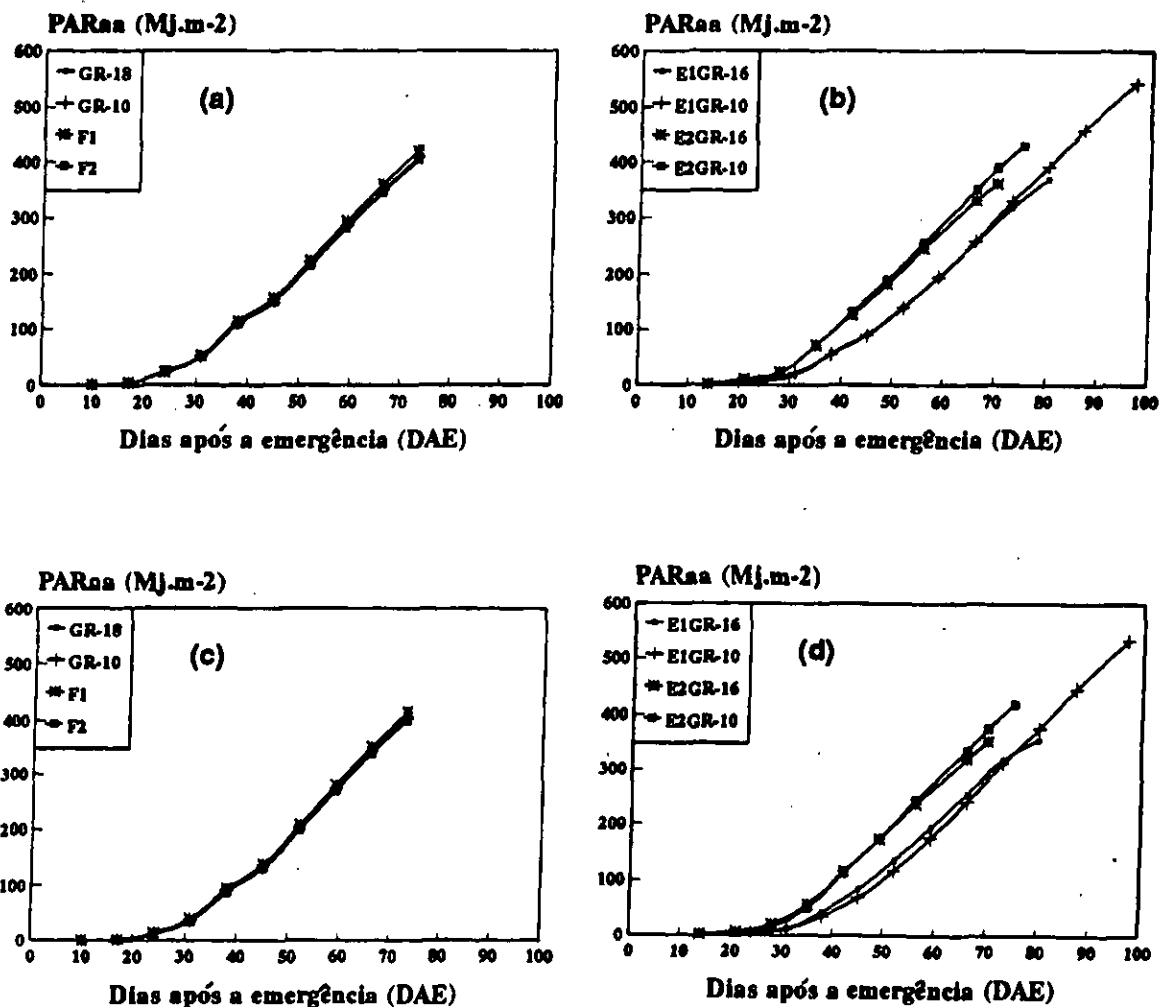


FIGURA 1 - Radiação solar fotossinteticamente ativa absorvida acumulada (PARaa) pelo dossel de girassol, em resposta a cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura, como função de DAE, Taquarí, RS. Valores observados (a, 1991/92; b, 1992/93); e calculados (c, 91/92; d, 92/93)

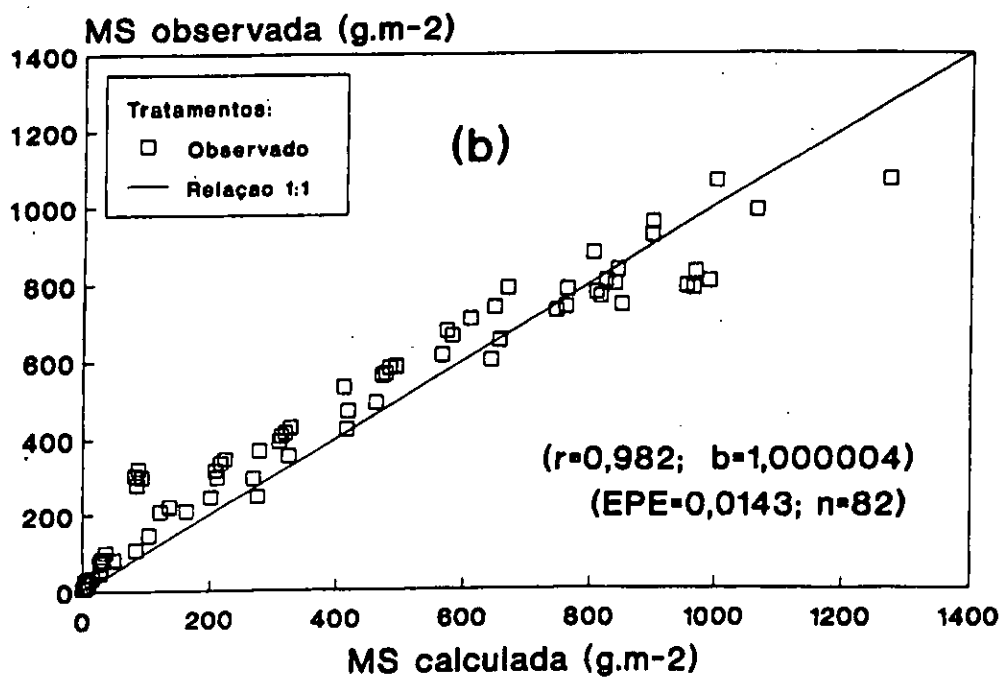
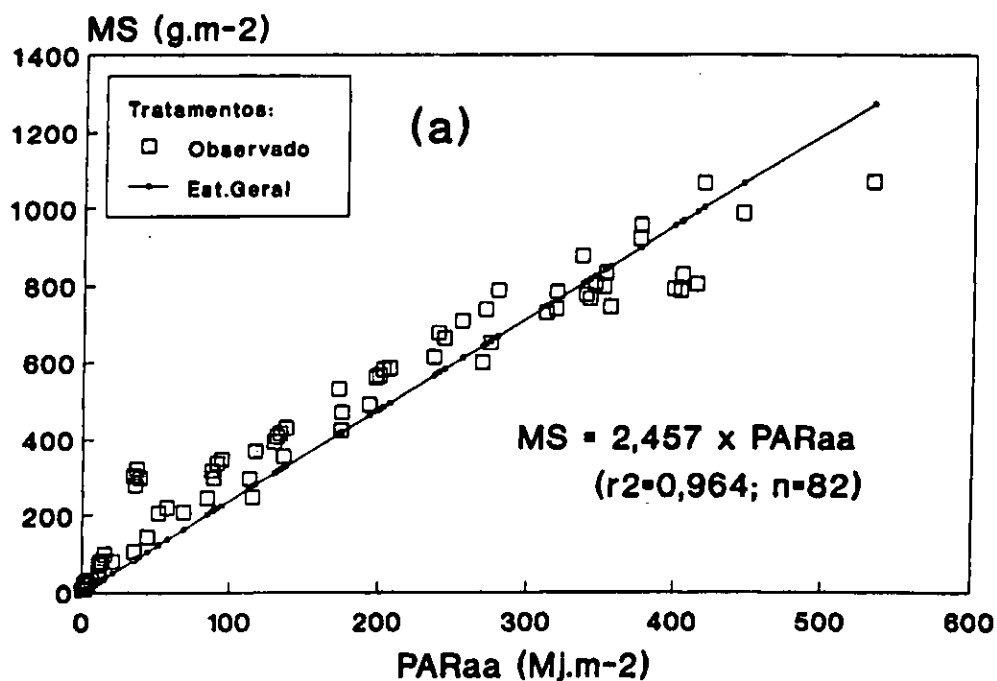


FIGURA 2 – Massa da matéria seca (MS) aérea de girassol, calculada como função da radiação solar fotossinteticamente ativa absorvida acumulada (PARaa) pelo dossel, em resposta a cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura (a) e sua relação com a matéria seca aérea observada (b), Taquarí, RS

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BARNI, N.A.; BERLATO, M.A.; SANTOS, A.O.; SARTORI, G. Análise de crescimento do girassol em resposta a cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre, v. 1, n. 2, 1995, a (no presente número).
- BARNI, N.A.; BERLATO, M.A.; BERGAMASCHI, H. Modelo de predição do rendimento máximo do girassol com base na radiação solar e temperatura: I. Absorção da radiação solar fotossinteticamente ativa. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre, v. 1, n. 2, 1995, b (no presente número).
- BERLATO, M.A. As condições de precipitação pluvial no estado do Rio Grande do Sul e os impactos das estiagens na produção agrícola. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.). *Agrometeorologia aplicada à irrigação*. Porto Alegre: Ed. Universidade, 1992. p. 11-24.
- BISCOE, P.V.; GALLAGHER, J.N. Weather, dry matter production and yield. In: LANDSBERG, J.J.; CUTTING, C.V. (Eds.). *Environmental effects on crop physiology*. London: Academic Press, 1977. p. 75-100.
- DAUGHTRY, C.S.T.; GALLO, K.P.; GOWARD, S.N.; PRINCE, S.D.; KUSTAS, W.P. Spectral estimates of absorbed radiation and phytomass production in corn and soybean canopies. *Remote Sensing of Environment*, New York, v. 39, p. 141-152, 1992.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Yield response to water. Rome: FAO, 1979. 193p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 33).
- DURAND, J.L.; LAMAIRE, G.; GOSSE, G.; CHARTIER, M. Analyse de la conversion de l'énergie solaire en matière sèche par un peuplement de luzerne (*Medicago sativa* L.) soumis à un déficit hydrique. *Agronomie*, Paris, v. 9, p. 599-607, 1989.
- GOSSE, G.; CHARTIER, M.; LEMAIRE, G. Mise au point d'un modèle de prévision de production par une culture de luzerne. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 298, Série III, v. 18, p. 541-544, 1984.
- GREEN, C.F. Nitrogen nutrition and wheat growth in relation to absorbed solar radiation. *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, v. 41, p. 207-248, 1987.
- JOHNSON, D.R.; MAJORS, D.J. Harvest index of soybeans as affected by planting date and maturity rating. *Agronomy Journal*, Madison, v. 71, p. 538-541, 1979.
- LOOMIS, R.S.; WILLIAMS, W.B. Maximum crop productivity: an estimate. *Crop Science*, Madison, v. 3, p. 67-72, 1963.
- MITCHELL, R.L. *Crop growth and culture*. Ames: Iowa State University Press, 1970. 349p.
- MUNDSTOCK, C.M.; SILVA, P.R.F. da Colheita. In: *Girassol: indicações para o cultivo no Rio Grande do Sul*. - 2. ed. rev. ampl. Porto Alegre: Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS; IPAGRO, 1988. 66p.
- NICHIPOROVICH, A.A. Photosynthesis and the theory of obtaining high crop yields. *Field Crop Abstracts*, Berks, v. 13, p. 169-175, 1960.
- RAWSON, H.M.; BAGGA, A.K. Influence of temperature between floral initiation and flag leaf emergence on grain number in wheat. *Australian Journal of Plant Physiology*, Melbourne, v. 6, p. 391-400, 1979.
- RAWSON, H.M.; CONSTABLE, G.A.; HOWE, G.N. Carbon production of sunflower cultivars in field and controlled environments. II. Leaf growth. *Australian Journal of Plant Physiology*, Melbourne, v. 7, p. 575-586, 1980.
- RAWSON, H.M.; DUNSTONE, A.L.; LOWG, M.J. BEGG, J.E. Canopy development, light interception and seed production in sunflower as influenced by temperature and radiation. *Australian Journal of Plant Physiology*, Melbourne, v. 11, p. 255-265, 1984.
- RAWSON, H.M.; HINDMARSH, J.H. Light, leaf expansion and seed yield in sunflower. *Australian Journal of Plant Physiology*, Melbourne, v. 10, p. 25-30, 1983.
- RIZZARDI, M.A. *Resposta de cultivares de girassol à densidade de plantas em duas épocas de semeadura*. Porto Alegre, 125f. Dissertação de Mestrado (Tese Mestrado) - Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1991.
- SCHNEITER, A.A.; MILLER, J.F. Description of sunflower growth stages. *Crop Science*, Madison, v. 21, p. 901-903, 1981.
- SILVA, P.R.F. da; MUNDSTOCK, C.M. Época de semeadura. In: *Girassol: indicações para o cultivo no Rio Grande do Sul*. - 2. ed. rev. ampl. Porto Alegre: Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS; IPAGRO, 1988. 66p.
- SINCLAIR, T.R.; BENNETT, J.M.; MUCHOW, R.C. Relative sensitivity of grain yield and biomass accumulation to drought in field-growth maize. *Crop Science*, Madison, v. 30, p. 690-693, 1990.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water budget and its use in irrigation. *The Yearbook of Agriculture: Water*, Washington, D.C.: Department of Agriculture, 1955. p. 346-358.
- VRANCEANU, A.V. *El girassol*. Madrid: Mundi-Prensa, 1977. 379p.