

ANÁLISE DE CRESCIMENTO DO GIRASSOL EM RESPOSTA A CULTIVARES, NÍVEIS DE ADUBAÇÃO E ÉPOCAS DE SEMEADURA¹

NÍDIO ANTONIO BARNI², MOACIR ANTONIO BERLATO³, ANTONIO ODAIR SANTOS⁴, GILMAR SARTORI⁵

RESUMO – O crescimento do girassol foi avaliado em dois anos agrícolas (1991/92 e 1992/93) na localidade de Taquari-RS, envolvendo cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura, em condições hídricas não limitantes. As taxas de crescimento da cultura e assimilatória líquida estiveram fortemente associadas com a temperatura do ar. O índice de área foliar (IAF) apresentou estreita relação com a soma térmica efetiva. As temperaturas baixas determinaram o alongamento dos subperíodos e do ciclo biológico da oleaginosa. A cultura não evidenciou resposta ao fotoperíodo. A cultivar tardia apresentou rendimento biológico mais elevado do que as cultivares precoces avaliadas. Os níveis de adubação avaliados não evidenciaram diferenças no comportamento do girassol, em função da alta fertilidade apresentada pelo solo utilizado.

Palavras-chave: análise de crescimento; temperatura; cultivares de girassol.

GROWTH ANALYSIS OF SUNFLOWER CULTIVARS IN RESPONSE TO FERTILIZATION LEVELS AND DATE OF SEEDING

ABSTRACT – The growth of sunflower was evaluated during two growing seasons (1991/92 and 1992/93) in Taquari-RS. The study involved cultivars, fertilization levels and date of seeding, under non limiting water conditions. Growth rate and net assimilation were strongly associated with air temperature. Leaf Area Index (LAI) showed a strong relationship with the Degree days. The low temperatures determined elongation of subperiods and on the duration of growth cycle. There was no response to photoperiod. The later cultivar showed a higher biological yield than the early cultivars evaluated. The fertilization levels evaluated did not show any differences on the sunflower development and this was due to the high fertility level of the local soil.

Key words: growth rate; temperature; sunflower cultivars.

INTRODUÇÃO

O girassol tem sido objeto de muitas pesquisas na área da fisiologia vegetal em razão de seu elevado potencial fotossintético (ELSHARKAWY e HESKETH, 1964), suas altas taxas de crescimento (WILSON, 1967), sua habilidade de extrair (DELANEY, 1978) e conduzir a água (BLACK, 1979) e dos movimentos diaeliotrópicos das folhas e do capítulo (LANG e BEGG, 1979). É tradicional considerar o girassol como uma espécie de grande plasticidade, adaptando-se a diversas situações de ambiente com altos rendimentos.

Apesar de sua capacidade de adaptação, a dependência de fatores do meio, e portanto, a variabilidade em rendimento é outra característica importante da cultura.

O girassol classifica-se, do ponto de vista de seu metabolismo fotossintético, como uma espécie de ciclo C-3, à semelhança do trigo e outros cereais de inverno. Este tipo de espécie possui, em geral, taxas fotossintéticas menores que as espécies que apresentam metabolismo fotossintético tipo C-4, como ocorre com milho e sorgo (MOOS, 1984).

Embora o girassol possua taxas fotossintéticas inferiores ao milho e sorgo, estas são levemente superiores às de outras espécies de ciclo C-3, como trigo e cereais de inverno, apesar das folhas do girassol apresentarem características desejáveis em termos de fotossíntese, como o elevado ponto de saturação de luz (HESKETH e MOOS, 1963) e os movimentos fototrópicos (LANG e BEGG, 1979).

A temperatura do ar é considerada o fator do ambiente de maior influência no desenvolvimento fenológico do girassol (ROBINSON, 1978), sendo a espécie apontada como de dias curtos ou insensível em relação ao fotoperíodo (ROBINSON et al., 1967).

O girassol consome quantidades significativas de água durante o seu ciclo, existindo exigências hídricas distintas em função do estágio de desenvolvimento da planta. Segundo DOORENBOS e KASSAN (1979), a quantidade to-

1. Extraído da Tese de Doutorado apresentada pelo primeiro autor à Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, junho de 1994.

2. Eng^o Agr^o, Dr. – FEPAGRO, 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, Caixa Postal 776, 90001-970 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

4. Eng^o Agr^o, M.Sc. – Instituto Agrônomo de Campinas, Caixa Postal 28, 13020-902 Campinas, SP

5. Téc. Rural – FEPAGRO.

Recebido para publicação em 06/07/1995.

tal de água requerida pelo girassol varia entre 600 a 1000 mm, dependendo fundamentalmente do clima e da cultivar, os quais determinarão a duração da estação de crescimento, e a demanda evaporativa da atmosfera. A evapotranspiração aumenta nesta cultura do estabelecimento à floração, podendo atingir, durante este subperíodo, valores máximos de 12 a 15 mm diários (DOORENBOS e KASSAN, 1979).

Com relação à nutrição mineral, VRÂNCEANU (1977) cita que as necessidades do girassol são relativamente elevadas, comparáveis as do milho para nitrogênio e fósforo e muito superiores para potássio, cálcio e magnésio. Mas acrescenta que, se for realizada uma colheita mecanizada que possibilite a retirada exclusiva de grãos, há retorno da maior parte da planta ao solo, e então a exportação de nutrientes assemelha-se a do milho.

Um dos maiores efeitos de deficiências, de qualquer elemento mineral essencial, é uma pronunciada redução na taxa de fotossíntese. Alguns elementos, tais como ferro e magnésio, são componentes essenciais da clorofila. O nitrogênio é requerido para a síntese de proteínas e por isso afeta a produção de clorofila e de ribulose bifosfato-RUBP carboxilase (MOOS, 1984).

A deficiência de fósforo não causa clorose, mas é um elemento essencial nos passos bioquímicos da fotossíntese e a falta dele resulta em severa inibição da fotossíntese.

O potássio é um co-fator chave em muitas reações bioquímicas. Ele é também um elemento essencial no processo osmótico pelo qual os estômatos abrem. Em folhas deficientes de potássio o estômato falha em abrir e o CO₂ não pode penetrar na folha. O nível crítico de K é muito mais elevado do que para Mg (MOOS, 1984).

Plantas deficientes em minerais, usualmente, têm folhas pequenas e as folhas velhas morrem mais rapidamente. Dessa forma, culturas com deficiência de nutrientes têm baixos IAF e fotossíntese reduzida. A falta de minerais também afeta o rendimento em outras rotas metabólicas, mas a baixa taxa de fotossíntese em plantas deficientes é certamente uma das maiores razões para seus baixos rendimentos.

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 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 (NICHIPOROVICH, 1960). A determinação do rendimento biológico proporciona medidas da fitomassa em um dado tempo que podem ser usadas para estimar a produção líquida entre duas colheitas consecutivas (SAUGIER, 1976).

Os objetivos deste estudo foram os de avaliar os efeitos da radiação solar e da temperatura sobre o crescimento do girassol, em função de cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Centro de Pesquisa de Fruticultura de Taquari, pertencente à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPAGRO, da Secretaria da Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul. O Centro está situado no município de Taquari-RS, região climática da Depressão Central, latitude: 29° 48' 15" S, longitude: 51° 49' 30" W e altitude: 76 m.

O clima da região é subtropical úmido de verão quente do tipo fundamental Cfa, conforme a classificação climática de KÖEPPEN, o qual predomina na maior parte do território do Rio Grande do Sul.

O solo da área experimental pertence à unidade de mapeamento Rio Pardo, classificado como laterítico bruno-avermelhado distrófico de textura argilosa com relevo suavemente ondulado.

Foram avaliadas as cultivares híbridas de girassol GR-18 e GR-10, precoce e tardia, respectivamente, na estação de crescimento de 1991/92. No ano de 1992/93, foram utilizadas as cultivares GR-16 (precoce) e, novamente, a cultivar GR-10. No ano de 1991/92, as cultivares foram submetidas a dois níveis de adubação do solo, a dose recomendada para o girassol e a metade da recomendação. No ano de 1992/93, as duas cultivares foram submetidas a duas épocas de semeadura 26.08.1992 e 28.09.1992, em substituição aos níveis de adubação do solo do ano anterior. O objetivo destes tratamentos de adubação e de épocas de semeadura foi testar a sensibilidade das taxas de crescimento do girassol a estas importantes variáveis. A própria

mudança de cultivares teve por objetivo verificar as respostas extremas, uma vez que a cultivar GR-16 apresenta maior precocidade do que a GR-18, utilizada em 1991/92.

Foi utilizado o delineamento de parcelas subsubdivididas com as subparcelas em faixas e as parcelas principais organizadas em blocos ao acaso com três repetições. As parcelas principais receberam os níveis de adubação do solo, no primeiro ano, e as épocas de semeadura no ano seguinte. As subparcelas receberam as cultivares e as subsubparcelas constituíram os tratamentos de colheitas semanais. As colheitas semanais foram realizadas a partir dos 10 dias após a emergência das plantas, na estação de crescimento de 1991/92. Nesta estação, a semeadura foi realizada em 04.11.1991. A emergência das plantas ocorreu em 12.11.1991 e a primeira colheita, semanal, foi realizada na data de 22.11.1991.

No ano agrícola 1992/93, a emergência das plantas ocorreu em 08.09.1992 e 09.10.1992 para a primeira e segunda épocas de semeadura, respectivamente. As colheitas semanais foram iniciadas em 28.09.1992 e 23.10.1992, respectivamente para a primeira e segunda épocas de semeadura. Isto representou 20 e 14 dias após a emergência das plantas, respectivamente. As subsubparcelas apresentavam as dimensões de 2,4m de largura por 3m de comprimento. A área útil de cada unidade experimental compreendia 1,2m de largura por 1m de comprimento, isto é, duas fileiras de plantas de 1m de comprimento espaçadas de 0,6m entre si. No ano agrícola de 1991/92 foram realizadas doze colheitas semanais. Neste ano, as subparcelas apresentavam as dimensões de 6m de largura por 28,8m de comprimento. Estas subparcelas receberam as duas cultivares e, por sorteio, os doze tratamentos de colheitas semanais. No ano agrícola de 1992/93, as subparcelas apresentaram as dimensões de 6m de largura por 33,6m de comprimento, uma vez que foram quatorze as colheitas, semanais, realizadas também por sorteio prévio. Dessa forma, cada subparcela contou com 24 e 28 subsubparcelas nos anos de 1991/92 e 1992/93, respectivamente. Por sua vez, a parcela principal e as repetições formaram um bloco de 18m de largura por 28,8m de comprimento, em 1991/92, e 33,6m de comprimento em 1992/93.

Utilizou-se o espaçamento de 0,6m entre fileiras de plantas e a densidade de 4 a 5 plantas por metro linear dentro da fileira. Este arranjo de plantas estabeleceu uma população inicial de

6,7 plantas por metro quadrado ou aproximadamente 67.000 plantas por hectare em 1991/92; e 8,0 e 7,5 plantas/m², para as semeaduras de agosto e setembro de 1992, respectivamente. Estas populações foram estabelecidas através de desbastes realizados em 18.11.1991, 18.09.1992 e 16.10.1992, uma vez que na semeadura a quantidade de sementes foi superior àquela necessária à população preconizada, para cada uma das épocas de semeadura.

Semanalmente, foi colhida uma amostra de plantas de 1m de uma das fileiras da área útil de cada unidade experimental (subsubparcela), com a qual foram determinadas a massa da matéria fresca e a massa da matéria seca da parte aérea das plantas, com a finalidade de estabelecer a curva de crescimento do girassol e as diversas análises que expressam as características de crescimento das culturas, conforme REIS e MULLER (1979). Na mesma unidade experimental, foi colhida uma outra amostra de plantas de 1m da outra fileira da área útil de cada unidade experimental, com a qual foi determinada a fenologia, número de folhas, índice de área foliar (IAF), altura de planta e diâmetro de capítulo.

No ano agrícola de 1991/92, a adubação do solo constou de 60 kg de nitrogênio, 80 kg de P₂O₅ e 80 kg de K₂O por hectare para a dose recomendada, constituindo o tratamento F-2. A metade desta dose constituiu o tratamento F-1. No ano agrícola de 1992/93, a adubação foi uma só em toda a área experimental e constou de 75 kg de nitrogênio, 150 kg de P₂O₅, e 120 kg de K₂O, por hectare. Os adubos utilizados foram uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, aplicados a lanço e incorporados por meio de gradagem. A uréia foi aplicada 1/3 da dose na semeadura e 2/3 em cobertura, por ocasião da primeira capina realizada em 18.11.91, 18.9.92 e 16.10.92, respectivamente, para as semeaduras de 04.11.91, 26.08.92 e 28.09.92.

Em 1991, a análise de solo apresentou os seguintes resultados: P = 10,8 ppm; K = 104 ppm; argila = 37%; M. O. = 2%; pH(H₂O) = 6,0; pH (SMP) = 6,5; Al = 0 me/100g; Ca = 4,8 me/100g; Mg = 2,5 me/100g.

Em 1992, o solo analisado refletiu a seguinte situação: P = 9,5 ppm; K = 94 ppm; argila = 36%; M. O. = 2,4%; pH(H₂O) = 6,0; pH (SMP) = 6,3; Al = 0,75 me/100g. A correção da acidez do solo constou da aplicação de aproximadamente 5 toneladas de calcário dolomítico por hectare.

O controle de plantas daninhas e pragas foi realizado de modo a evitar que os seus efeitos pudessem mascarar os resultados.

Para que o experimento fosse mantido em nível de umidade não limitante ao crescimento do girassol, foram instalados em 1991/92, na área experimental, tensiômetros a 0,15m e a 0,30m de profundidade para monitorar a umidade do solo. Irrigações, por aspersão, foram realizadas quando os tensiômetros acusavam valores entre -50 e -60 kPa de potencial matricial. Em 1991/92, foram aplicados, por irrigação, cerca de 40 mm durante o mês de novembro. A partir do final de dezembro de 1991 e janeiro de 1992, não foi mais possível realizar irrigação, por aspersão, face ao vigoroso crescimento das plantas de girassol. Em 1992/93 a irrigação não foi utilizada.

Os elementos meteorológicos como radiação solar global, temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento a 2m de altura e precipitação pluvial foram obtidos em uma estação meteorológica localizada junto à área experimental. Estes elementos foram observados, diariamente, durante todo o período experimental, com os instrumentos e os critérios de observação, seguindo os padrões adotados na rede de estações meteorológicas de superfície, mantida pela Equipe de Agrometeorologia da FEPAGRO.

A soma térmica efetiva ou graus-dia foi determinada conforme BARNI (1994).

Os estádios de desenvolvimento da cultura do girassol foram caracterizados de acordo com a escala proposta por SCHNEITER e MILLER (1981). Sobre as plantas da amostra de 1m de fileira foi determinado o estágio de desenvolvimento que as plantas apresentavam na data da colheita de cada tratamento, em cada uma das 3 repetições.

Para a determinação do índice de área foliar foi colhida uma amostra de 1m de fileira de plantas de cada unidade experimental (subsub-parcela), em cada um dos tratamentos de colheitas semanais. Nas três primeiras colheitas, em todas as épocas de semeadura e repetições, as folhas de todas as plantas da amostra foram retiradas e herborizadas sem o pecíolo para posterior medição da área foliar em laboratório. A partir da quarta colheita, em uma das plantas da amostra, foram retiradas as folhas e herborizadas para posterior medição da área foliar. As folhas das demais plantas da amostra foram retiradas, ensacadas e levadas para secar

em estufa (60-70°C). As folhas herborizadas a campo foram medidas com integrador de área foliar, modelo Licor 3000. Após, estas folhas foram levadas à estufa para secagem, até peso constante. A área foliar, dividida pela sua respectiva massa de matéria seca, resulta na área foliar específica. Com a área foliar específica e a massa de matéria seca das folhas das demais plantas da amostra, determinou-se o índice de área foliar para cada unidade experimental. As brácteas que envolvem a inflorescência foram consideradas no cálculo de IAF, somando-se uma área correspondente a 50% da área de cada capítulo, semanalmente, a partir da diferenciação do primórdio floral.

Os dados foram submetidos a análises estatísticas. As análises de variância foram efetuadas, pelo 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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as três épocas de semeadura do girassol a Tabela 1 apresenta os dados fenológicos com os registros das datas dos eventos, do número de dias após a emergência e da soma térmica efetiva (graus-dia). Verifica-se um acentuado alongamento dos subperíodos e do próprio ciclo das cultivares com a antecipação da semeadura para setembro e, principalmente, para agosto em relação ao desempenho apresentado com a semeadura de novembro. Este fato evidencia a resposta do girassol ao efeito da temperatura, aumentando o número de dias para o cumprimento de cada subperíodo de seu desenvolvimento, quando a estação de crescimento abrange temperaturas mais baixas. Entretanto, ao comparar-se a soma térmica efetiva, verifica-se que os subperíodos e o próprio ciclo, praticamente, se assemelham, confirmando ser o girassol de pouca ou nenhuma sensibilidade ao fotoperíodo quanto à fenologia (ROBINSON et al., 1967).

As variações na fenologia estiveram associadas com as cultivares, de distintos grupos de maturação, e com as três épocas de semeadura avaliadas. Fica evidente, na Tabela 1, que a cultivar GR-16 é mais precoce do que a GR-18, e esta, mais precoce do que a cultivar GR-10.

A análise de crescimento absoluto da cul-

tura (Figura 1) mostra que os maiores valores foram alcançados com as sementeiras mais tardias (novembro e setembro) e no subperíodo de rápido crescimento ativo da cultura, ou seja, imediatamente antes da diferenciação do primórdio floral até o final da antese, com maior destaque para o subperíodo entre a diferenciação do primórdio floral até o início da antese (Figura 1-c, d). Na Figura 1-a, verifica-se um pico inicial positivo de taxa de crescimento e, logo após, uma queda. Esta queda coincide com o estágio de diferenciação do primórdio floral (R1), quando a planta utiliza suas energias para o início do subperíodo reprodutivo. Na sequência, o crescimento volta a elevar-se até a antese. Na segunda e terceira semanas do mês de janeiro de 1992, ocorreram pequenas restrições hídricas (Tabela 3), que coincidiram com o final da antese e com parte do período de enchimento de grãos (Tabela 1). Este efeito está assinalado na Figura 1-a, com queda na taxa de crescimento. As taxas de crescimento voltaram a crescer no período de enchimento de grãos, quando a precipitação pluvial restabeleceu as condições de umidade no último decêndio de janeiro.

A Figura 1-c, d apresenta as taxas de crescimento calculadas a partir do modelo ajustado (Tabelas 1 e 2 de BARNI et al., 1995; ou Apêndices 5 e 6 de BARNI, 1994).

Os ajustes em função da temperatura efetiva, do IAF e da PAR absorvida acumulada foram eliminando os picos observados em "a" e "b" e suavizando as curvas em "c" e "d". Portanto, a Figura 1 c, d reflete a resultante de vários níveis de ajuste dos valores observados em "a" e "b". Ressalta-se que em "a" e "b" estão representados os valores medidos até a maturação fisiológica, enquanto que em "c" e "d" estão registrados os dados produzidos pelo modelo até o final da antese (R6). Estas observações são válidas para as Figuras 1, 2, 3 e 4.

A taxa assimilatória líquida, isto é, a quantidade de fitomassa seca produzida por unidade de área foliar e de tempo (Figura 2), também apresenta a mesma tendência de comportamento mostrada pela taxa de crescimento da cultura. As maiores taxas assimilatórias líquidas estiveram associadas com as sementeiras tardias. Nestas sementeiras tardias, houve um nivelamento de comportamento entre as cultivares de distintos grupos de maturação (Figura 2-a, b), enquanto que na sementeira de agosto as taxas variaram, especialmente, no subperíodo de rápido crescimento ativo. A Figura 2-c, d ilus-

tra a taxa assimilatória líquida obtida a partir dos dados produzidos pelo modelo ajustado, refletindo o comportamento até o final da antese.

A taxa de crescimento relativo, que representa a quantidade de matéria seca produzida por dia em relação à quantidade de matéria seca existente (Figura 3), mostrou uma resposta muito semelhante entre cultivares, na mesma época de sementeira. As diferenças mais acentuadas ocorreram entre as épocas de sementeira no início do ciclo, com tendência de igualarem-se nos estádios finais de desenvolvimento. No início, a fitomassa existente é pouca e a taxa de crescimento relativo, portanto, é elevada. À medida que a cultura se desenvolve, aumentando a quantidade de fitomassa total, os acréscimos diários vão sendo cada vez menores até a maturação fisiológica (REIS e MULLER, 1979). O alisamento das curvas evidenciado, na Figura 3-c, d, foi proporcionado pelos dados obtidos a partir do modelo ajustado e retrata a tendência da taxa de crescimento relativo ao longo do ciclo da cultura, eliminando os picos gerados pelas observações pontuais em "a" e "b".

A área foliar por unidade de massa de matéria seca aérea, ou seja, a razão de área foliar, decresceu com o avanço do ciclo da cultura (Figura 4). Em "c" e "d" evidencia-se o efeito do ajuste do modelo, refletindo com maior nitidez a tendência desse parâmetro de crescimento ao longo do ciclo. Novamente, a sementeira de novembro nivelou as respostas, enquanto que a sementeira de agosto tendeu a separar os comportamentos dos genótipos avaliados. Destaca-se que as condições de umidade não foram limitantes nas duas estações de crescimento como pode ser constatado pelos respectivos balanços hídricos nas Tabelas 3 e 4. Apenas no quarto e quinto quinquídios de novembro e nos segundo e terceiro, e principalmente, quinto e sexto quinquídios de dezembro ocorreram restrições hídricas, de curta duração, na estação de crescimento 1992/93 (Tabela 4).

Pelos dados apresentados (Figuras 1, 2, 3 e 4) fica demonstrado que o girassol apresenta um rápido crescimento, no período imediatamente anterior à diferenciação do primórdio floral. Na diferenciação floral, as taxas diminuem e voltam a intensificar-se durante o subperíodo de rápido crescimento ativo à antese, e durante esta, até próximo à maturação fisiológica, assemelhando-se aos resultados e relatos de vários autores (ROBINSON, 1978; VRÂNCEANU, 1977; RIZZARDI, 1991).

Nas sementeiras tardias (maior disponibilidade térmica e de radiação) todas as taxas que avaliam o crescimento aumentaram em relação às sementeiras do cedo. Nas sementeiras do cedo (agosto e setembro) o ritmo de crescimento é mais lento e as taxas que expressam o crescimento situaram-se num patamar inferior daquele verificado com a sementeira de novembro.

Esta análise evidencia que condições hídricas desfavoráveis, nas sementeiras tardias, são muito mais restritivas ao bom desempenho da cultura. Com as altas disponibilidades de radiação e temperatura, nesta época do ano, as taxas de crescimento são altas. Qualquer estresse hídrico, ou de outra natureza, determina sérios prejuízos pelo fato dos processos serem realizados em curto espaço de tempo e sem condições de recuperação, ou de compensações.

Na Figura 5 e na Tabela 2, são apresentados os resultados de dois outros indicadores de crescimento, a estatura de planta e o número de folhas por planta.

A estatura da planta atingiu médias superiores a 2 m nas três épocas de sementeira (Figura 5-a, b). Apenas a cultivar precoce GR-16, nas duas épocas de sementeira de que participou em 1992, situou-se abaixo deste valor. Esta estatura evidencia o vigoroso crescimento alcançado pelo girassol nos três ambientes de cultivo, embora as cultivares avaliadas sejam descritas, pela entidade criadora das mesmas, como detentoras de uma estatura média oscilando na faixa de 1,5 a 1,75 m (ROGOBRAS, 1991; RIZZARDI, 1991).

O número total de folhas por planta, incluindo os cotilédones, situou-se em torno de 40 (Figura 5-c, d). As cultivares precoces GR-18 e GR-16, estiveram abaixo deste valor (Figura 5-c, d; Tabela 2).

O diâmetro do capítulo, no momento da colheita, oscilou em torno de 20 cm, em 1991/92, e ao redor de 19 cm, em 1992/93 (Figura 6-c, d). Destaca-se que a população média foi da ordem de 6,2 plantas/m², em 1991/92, e de 7,75 e 6,93 plantas/m² para as duas épocas de sementeira, em 1992/93, avaliada no momento da colheita (Tabela 2). Estas populações situam-se na faixa de melhor desempenho do girassol segundo CHOLAKY et al. (1986). Estes autores referem que a população de 8,0 plantas/m² é a mais indicada para a cultura do girassol, especialmente quando a sementeira é antecipada e as temperaturas da estação de crescimento são mais baixas, reduzindo as taxas de crescimento, como ocorreu no presente estudo.

A Figura 6-a, b também ilustra o teor de água da fitomassa aérea, durante o ciclo do girassol. Nos subperíodos iniciais, cerca de 90% do peso da matéria fresca é constituído por água, baixando para a faixa de 70 a 75%, na maturação fisiológica.

Os resultados obtidos mostram o vigoroso crescimento atingido pela cultura, nos distintos ambientes estudados, nos anos agrícolas de 1991/92 e 1992/93, no município de Taquari, Rio Grande do Sul. Esta afirmativa pode ser comprovada, comparando-se os resultados acima relatados com aqueles obtidos por RIZZARDI (1991), em experimento realizado no município de Eldorado do Sul, na mesma região climática.

Na sementeira de 04.11.1991, houve um nivelamento da resposta entre as cultivares e os níveis de adubação. Os níveis de adubação utilizados não evidenciaram diferenças de comportamento no crescimento do girassol, uma vez que a fertilidade do solo já se encontrava em alto nível. As curvas apresentadas na Figura 7-a, c se confundem. Já, em 1992/93, as curvas evidenciam efeitos distintos entre as cultivares e entre as épocas de sementeira, quando a cultivar tardia apresentou os maiores índices de área foliar (Figura 7-b, d; Tabela 2).

Pela análise de crescimento, constatou-se que as cultivares precoces apresentaram, em geral, um comportamento inferior à cultivar tardia, quanto à fitomassa aérea, estatura de planta e número de folhas por planta. Este fato também fica evidenciado no IAF (Figura 7-b, d). Entretanto, na média das cultivares, a sementeira de 04.11.1991 apresentou o melhor comportamento (Figura 8-a, b; Tabela 2). As sementeiras de 1992 atingiram um menor nível de IAF, com a sementeira de setembro antecipando-se em atingir o IAF máximo. Esta evidência fica bem clara na Figura 8-b, onde os valores estimados mostram um IAF maior em 1991/92, seguido pela sementeira de agosto de 1992, embora o IAF máximo de setembro de 1992 tenha sido alcançado num menor número de dias, após a emergência das plantas. Na estimativa integrada das três datas de sementeira (Figura 8-c), o efeito da temperatura está ressaltado na antecipação do IAF máximo. Da mesma forma, na Figura 8-d a dispersão de pontos evidencia o efeito de exigências térmicas distintas de cada cultivar, as quais antecipam ou retardam o IAF máximo durante a estação de crescimento.

Os resultados confirmam 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 foi beneficiada pelas condições de umidade não limitantes, 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.

CONCLUSÕES

1. As semeaduras de agosto e setembro aumentam a duração dos subperíodos e do ciclo de desenvolvimento das cultivares, em função de temperaturas mais baixas.

2. As taxas de crescimento da cultura (TCC) e assimilatória líquida (TAL) do girassol estão associadas positivamente com a temperatura.

3. A taxa de crescimento da cultura (TCC) apresenta valores mais altos com as semeaduras tardias (novembro e setembro) no subperíodo de rápido crescimento ativo da cultura (imediatamente antes da diferenciação do primórdio floral até o final da antese) e com as cultivares precoces.

4. Na diferenciação do primórdio floral (estádio R1) há uma queda na taxa de crescimento

da cultura (TCC), em razão da planta mobilizar suas energias para iniciar o subperíodo reprodutivo.

5. A taxa de crescimento da cultura (TCC) é muito sensível às oscilações hídricas do solo durante o subperíodo de rápido crescimento ativo.

6. As maiores taxas assimilatórias líquidas (TAL) estão associadas com as semeaduras tardias (novembro e setembro) e com as cultivares precoces.

7. A taxa de crescimento relativo (TCR) é alta no início do ciclo e diminui gradativamente, até a maturação fisiológica do girassol.

8. A área foliar por unidade de matéria seca aérea (razão de área foliar) decresce com o avanço do ciclo da cultura até a maturação.

9. A estatura das plantas atinge médias superiores a 2 m, em condições ótimas de umidade e nutrição, independente da época de semeadura.

10. O número de folhas por planta, incluindo os cotilédones, situa-se em torno de 40 e o diâmetro do capítulo médio atinge 20 cm.

11. O teor de água da fitomassa aérea alcança 90% do peso da matéria fresca nos subperíodos iniciais e baixa para 70-75% na maturação.

12. Níveis de adubação não evidenciam diferenças significativas, no crescimento do girassol, quando é alto o nível de fertilidade existente no solo.

TABELA 1 – Fenologia das cultivares de girassol avaliadas nas estações de crescimento de 1991/92 e 1992/93, Taquari, RS

Seameadura:	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
Estádios*	Datas		Datas		Datas	
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
Graus-dia	570	607	563	651	564	658
Inic. Antese (R5)	02/01	05/01	05/11	17/11	30/11	08/12
E-R5 (dias)	51	54	58	70	52	60
Graus-dia	882	963	773	966	801	937
Final Antese (R6)	15/01	17/01	21/11	30/11	12/12	20/12
E-R6 (dias)	64	66	74	83	64	72
Graus-dia	1147	1175	1031	1174	1007	1155
Maturação (R9)	31/01	07/02	08/12	24/12	30/12	08/01
E-R9 (dias)	80	87	91	107	81	91
Graus-dia	1461	1602	1310	1617	1354	1540

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

** E = Emergência das plantas.

TABELA 2 – Fenometria de cultivares de girassol, por época de semeadura, nas estações de crescimento de 1991/92 e 1992/93, Taquari,RS

Semeadura: Data	Cultivar	População Plantas (pl/m ²)	Estatura da planta (cm)	Número Folhas Planta	IAF	Fitomassa Seca (kg/ha)
04/11/1991	GR-18	6,25 a*	223 a	38 a	3,78 a	9350 a
	GR-10	6,18 a	228 a	40 a	4,09 a	10692 a
	Média	6,22 C**	226 A	39 A	3,94 A	10021A
26/08/1992	GR-16	7,72 a	187 b	37 b	2,98 a	7436 b
	GR-10	7,78 a	228 a	45 a	3,62 a	10722 a
	Média	7,75 A	208 B	41 A	3,3 A	9079 A
28/09/1992	GR-16	6,56 a	193 b	38 b	3,03 a	8333 b
	GR-10	7,29 a	210 a	44 a	3,76 a	10944 a
	Média	6,93 B	202 B	41 A	3,4 A	9639 A
Média	Precoces	6,84 A	201 B	38 B	3,26 A	8373 B
	Tardia	7,08 A	222 A	43 A	3,82 A	10786 A
	Média	6,96	212	41	3,54	9580

* 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 3 – Balanço hídrico, segundo THORNTHWAITTE e MATHER (1955), com capacidade de armazenamento no solo de 75 mm, estação de crescimento 1991/92, Taquari,RS

MESES	QUIN	P	ETP	P-ETP	NEG	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC	ETR/ETP
OUTUBRO	1	30,7	22	8	0	75	0	0	0	0	1,00
	2	5,9	16	-10	-10	66	-9	15	0	0	0,98
	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
NOVEMBRO	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
	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
DEZEMBRO	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
	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
JANEIRO	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
	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
FEVEREIRO	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
	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 4 – Balanço hídrico, segundo THORNTHWAITE e MATHER (1955), com capacidade de armazenamento no solo de 75 mm, estação de crescimento 1992/93, Taquari,RS

MESES	QUIN	P	ETP	P-ETP	NEG	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC	ETR/ETP
AGOSTO	1	3,6	10,9	0	0	75	0	0	0	0	
	2	23,7	7,9	-7	-7	68	-7	11	0	0	0,98
	3	12,8	9,8	3	0	75	7	8	0	9	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
SETEMBRO	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
	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
OUTUBRO	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
	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
NOVEMBRO	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
	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
DEZEMBRO	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
	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
JANEIRO	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
	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				0	651	197	323	0,83

QUIN=Quinqüídio; 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).

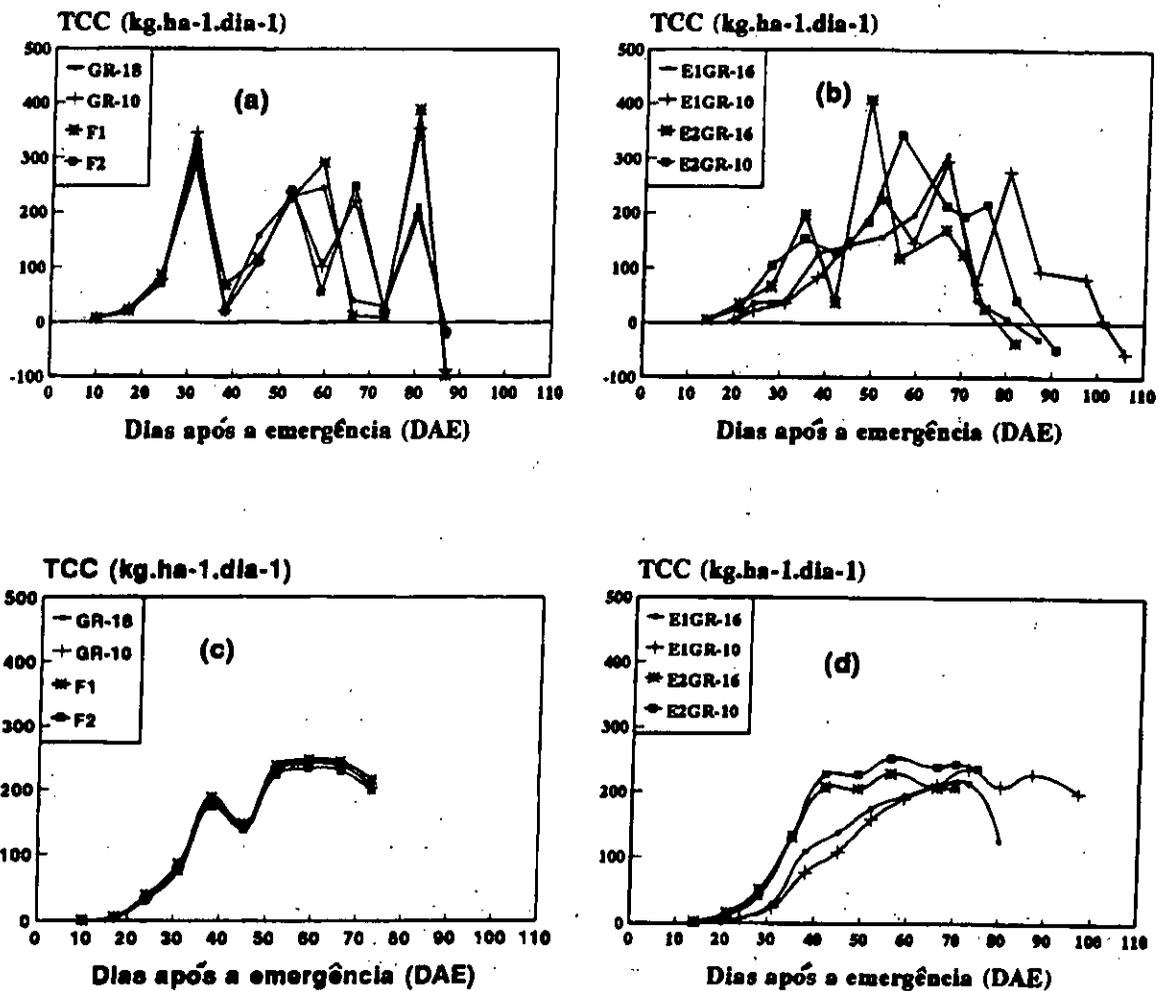


FIGURA 1 – Taxa de crescimento de girassol (TCC), em resposta a cultivares (GR-18; GR-16; GR-10), níveis de adubação (F1; F2) e épocas de semeadura (E1; E2), como função de dias após a emergência, Taquari, RS. Valores observados (a, 1991/92; b, 1992/93); calculados (c, 91/92; d, 92/93)

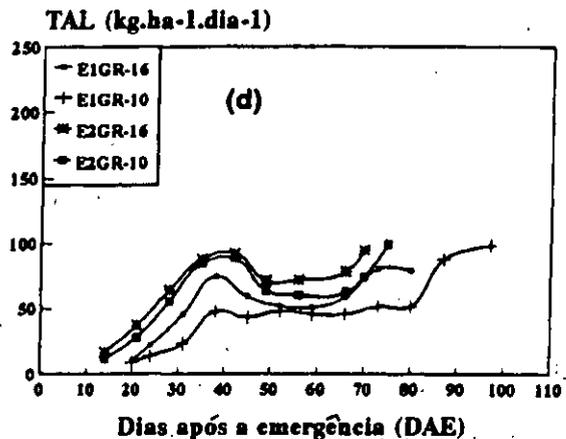
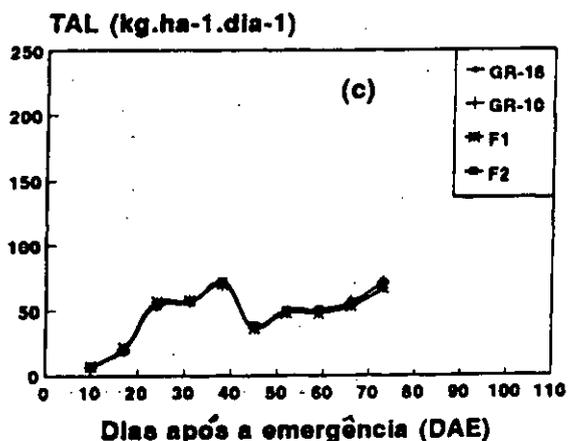
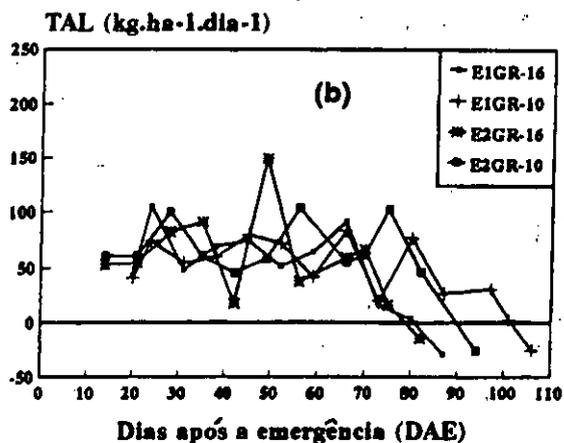
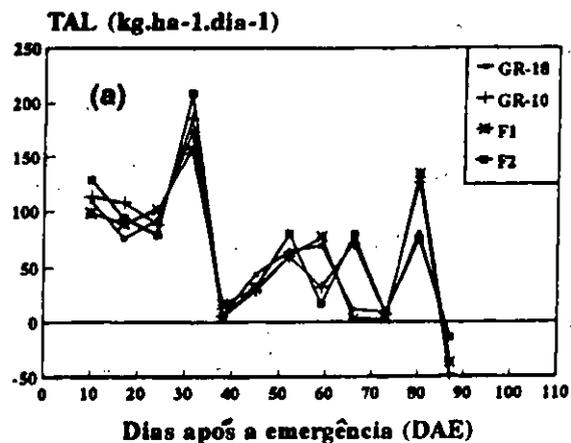


FIGURA 2 - Taxa assimilatória líquida (TAL) de girassol, em resposta a cultivares (GR-18; GR-16; GR-10), níveis de adubação (F1; F2) e épocas de semeadura (E1; E2), como função de dias após a emergência, Taquari, RS. Valores observados (a, 1991/92; b, 1992/93); calculados (c, 91/92; d, 92/93)

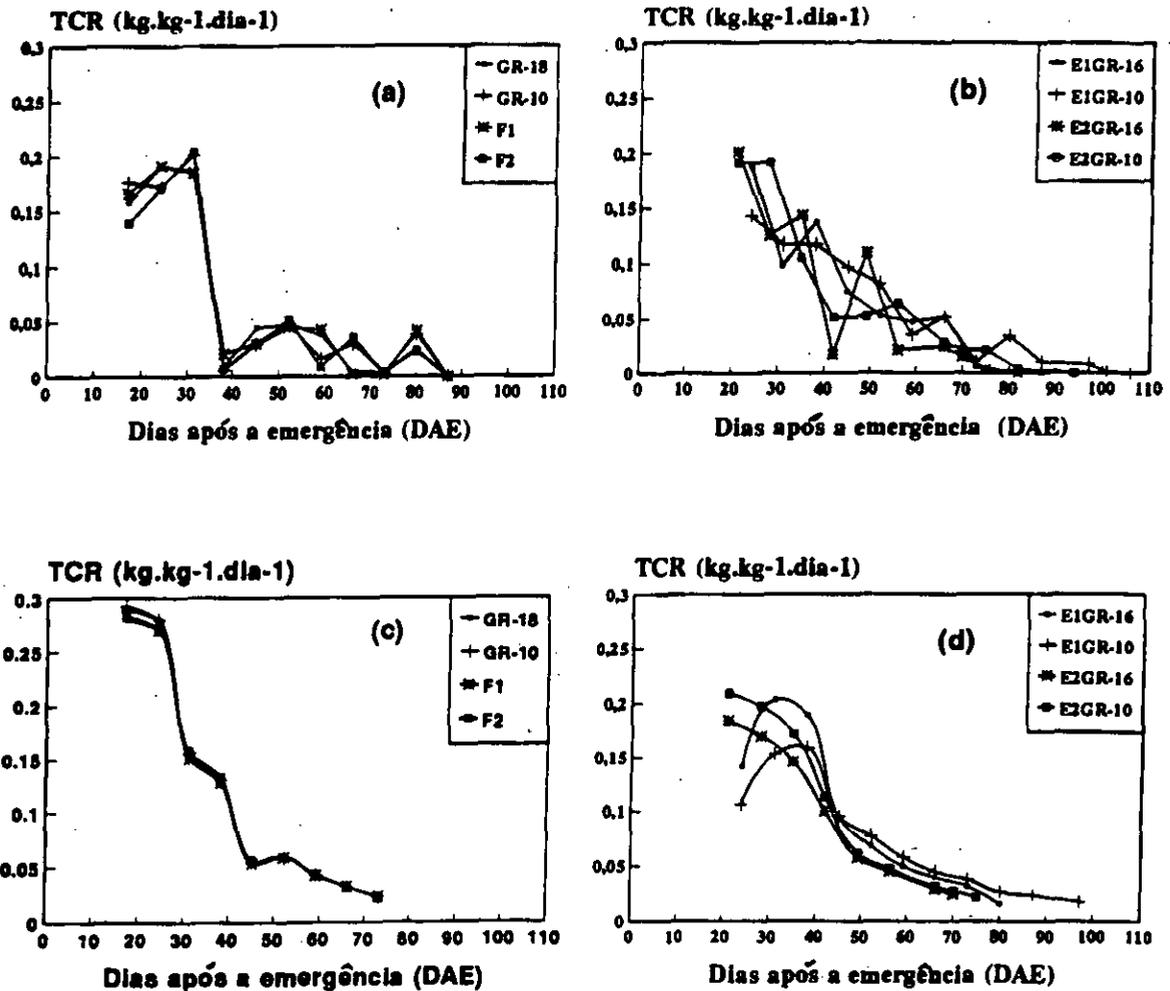


FIGURA 3 – Taxa de crescimento relativo (TCR) de girassol, em resposta a cultivares (GR-18; GR-16; GR-10), níveis de adubação (F1; F2) e épocas de semeadura (E1; E2), como função de dias após a emergência, Taquari, RS. Valores observados (a, 1991/92; b, 1992/93); calculados (c, 91/92; d, 92/93)

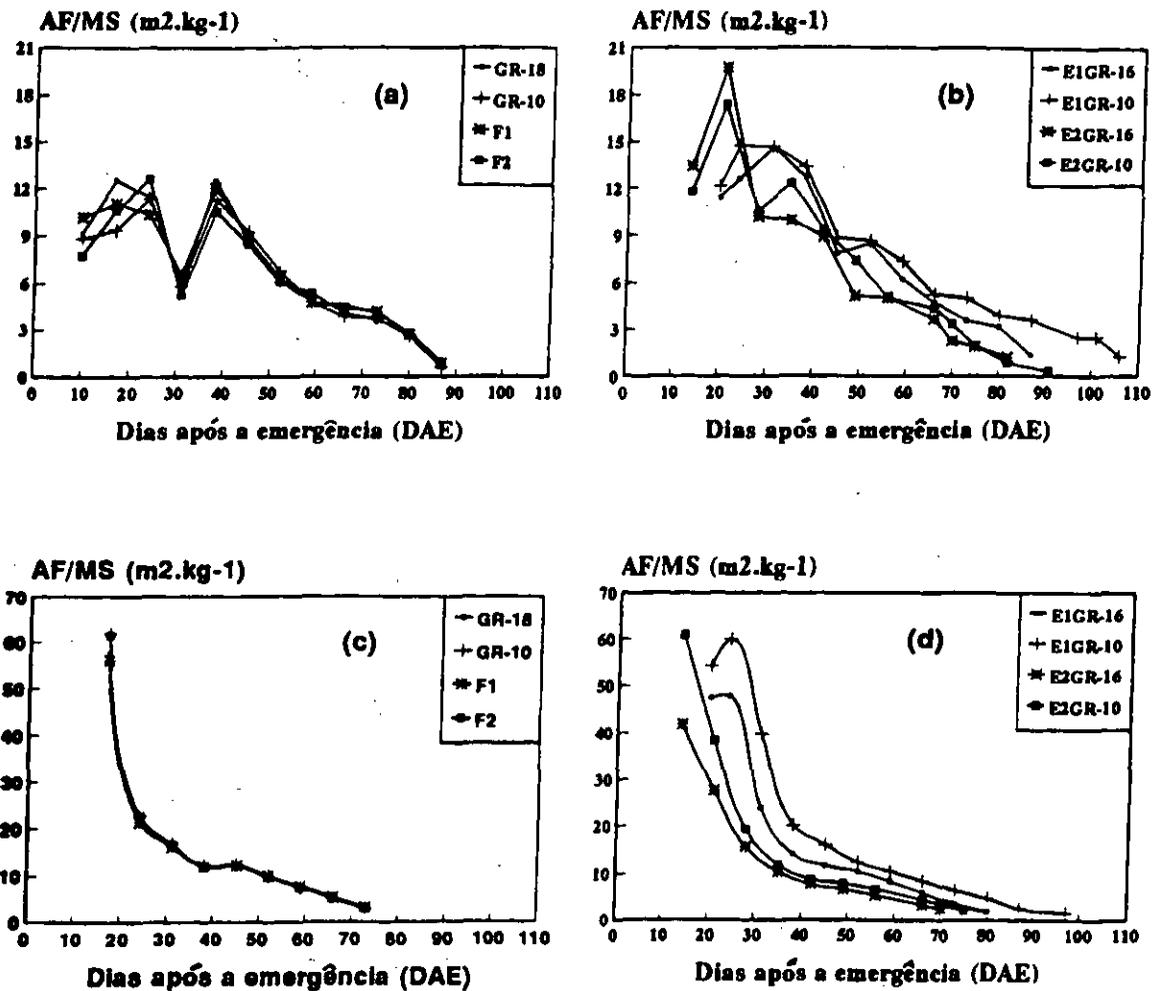


FIGURA 4 - Razão de área foliar (RAF) de girassol, em resposta a cultivares (GR-18; GR-16; GR-10), níveis de adubação (F1; F2) e épocas de semeadura (E1; E2), como função de dias após a emergência, Taquari, RS. Valores observados (a, 1991/92; b, 1992/93); calculados (c, 91/92; d, 92/93)

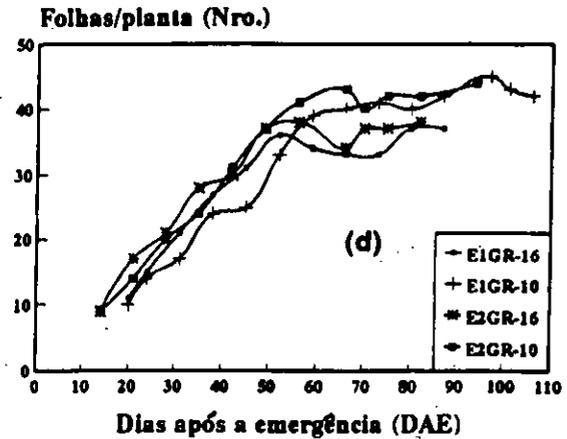
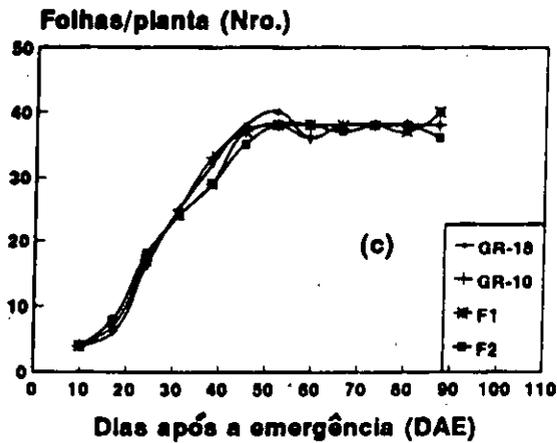
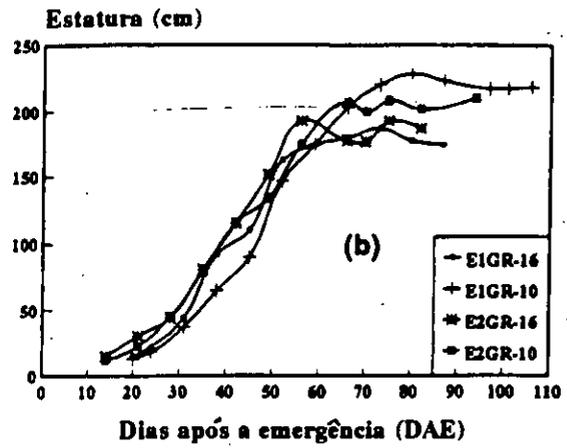
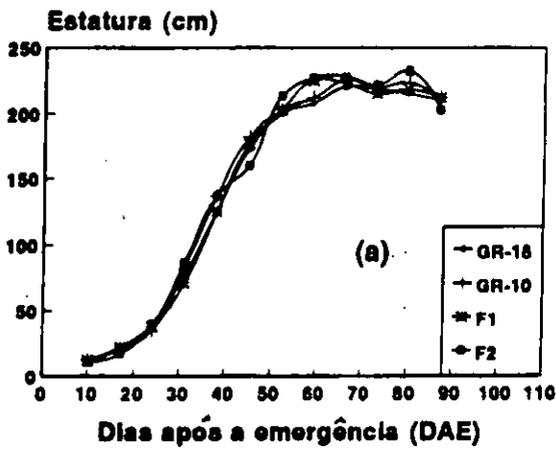


FIGURA 5 – Estatura de planta (a, 1991/92; b, 1992/93) e número de folhas por planta (c, 91/92; d, 92/93) de girasol, em resposta a cultivares (GR-18; GR-16; GR-10), níveis de adubação (F1; F2) e épocas de semeadura (E1; E2), em função de dias após a emergência, Taquari, RS. Valores observados

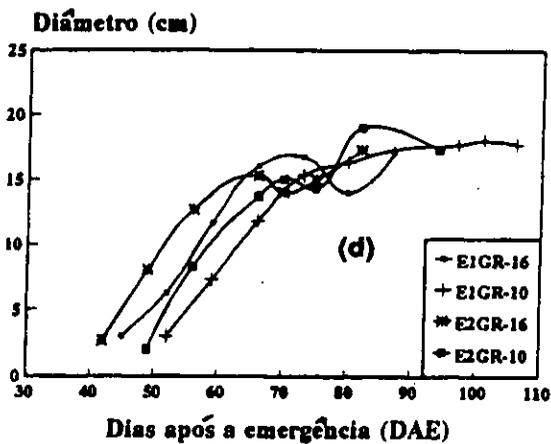
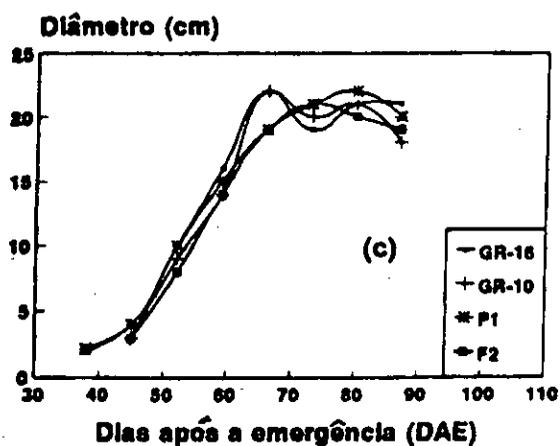
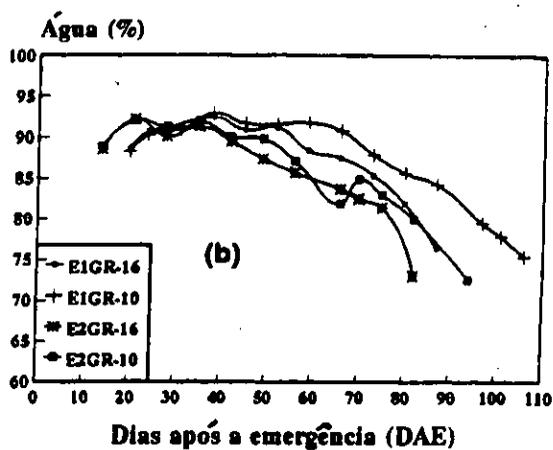
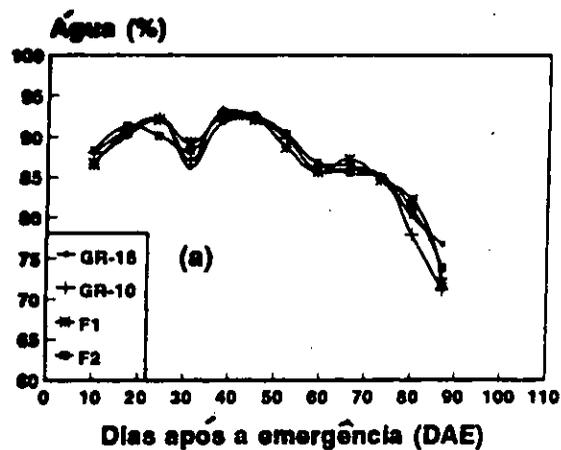


FIGURA 6 – Teor de água da matéria verde aérea (a, 1991/92; b, 1992/93) e diâmetro do capítulo (c, 91/92; d, 92/93) de girassol em resposta a cultivares (GR-18; GR-16; GR-10) e níveis de adubação (F1; F2) e épocas de semeadura (E1; E2), como função de dias após a emergência, Taquari, RS

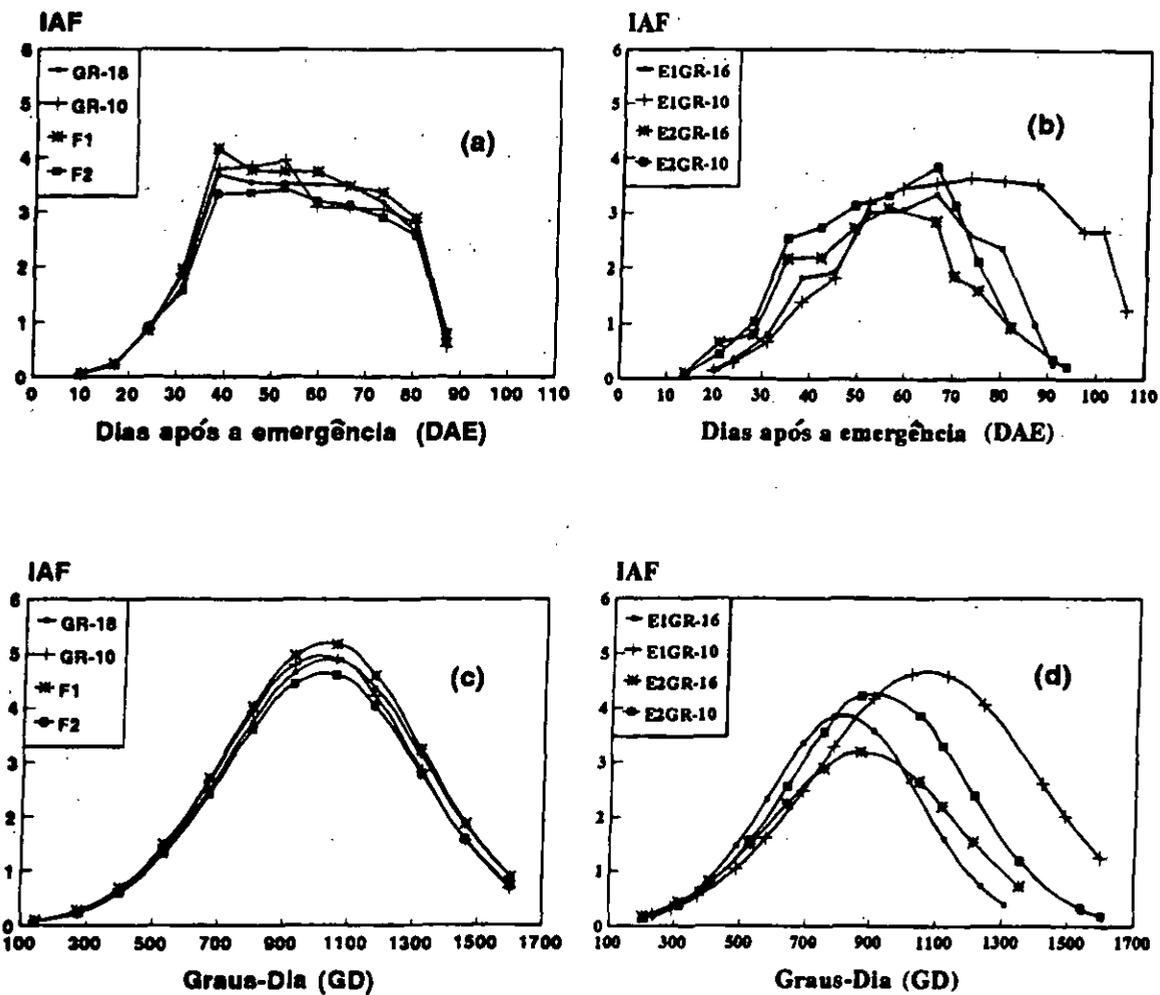


FIGURA 7 - Índice de área foliar (IAF) de girassol, em resposta a cultivares (GR-18; GR-16; GR-10), níveis de adubação (F1; F2) e épocas de semeadura (E1; E2), Taquari, RS. Valores observados como função de dias após a emergência (a, 1991/92; b, 1992/93); e calculados como função de graus-dia (c, 91/92; d, 92/93)

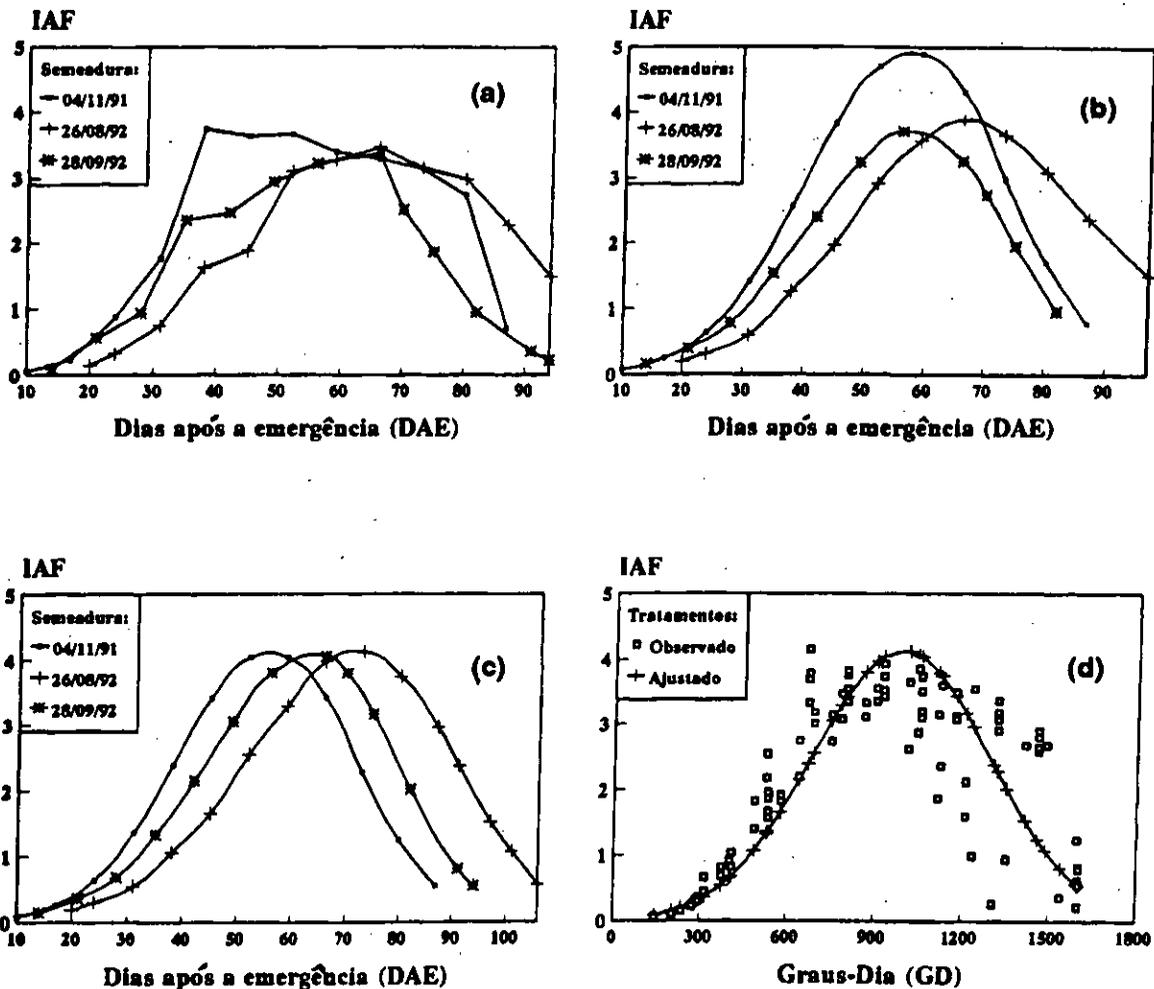


FIGURA 8 – Índice de área foliar (IAF) de girassol, em resposta a épocas de semeadura, na média de cultivares e níveis de adubação, Taquari, RS. Valores observados como função de DAE (a); calculados pelo ajuste dentro de cada época como função de DAE (b); calculados pelo ajuste entre épocas como função de DAE (c); calculado pelo ajuste geral como função de graus-dia (d)

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BARNI, N.A. Modelos de crescimento, desenvolvimento e rendimento do girassol em função da radiação solar, temperatura e disponibilidade hídrica. Porto Alegre, 1994. 249p. Tese (Doutorado em Agronomia) Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1994.
- BARNI, N.A.; BERLATO, M.A.; BERGAMASCHI, H.; RIBOLDI, J. Modelo de predição do rendimento máximo do girassol com base na radiação solar e na temperatura: I. Absorção da radiação solar fotossinteticamente ativa. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre, v. 1, n.2, 1995 (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, Homero (Coord.) *Agrometeorologia aplicada à irrigação*. Porto Alegre: Ed. Universidade, 1992. p. 11-24.
- BLACK, C.R. The relationship between transpiration rate, water potencial and resistances to water movement in sunflower (*Helianthus annuus L.*). *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 30, p. 235-243, 1979.
- CHOLAKY, L.; CANTERO, A.; GIAYETTO, O.; NEUMANN, E.C.; BONADEO, E. 1986. Modelos de siembra y fertilizacion nitrogenada en girassol. II. Efectos sobre el desarrollo, morfologia, componentes del rendimiento y produccion. *Boletim Oleico*, Manfredi, v. 33 p. 9-22, 1986.
- DELANEY, N.E. Sunflower growing a changing industry. *Queensland Agricultural Journal*, Brisbane, v. 104, p. 269-279, 1978.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Yield response to water. Rome: FAO, 1979. 193p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 33).
- EL-SHARKAWY, M.A.; HESKETH, J.D. Effects of temperature and water deficit, on leaf photosynthetic rates of different species. *Crop Science*, Madison, v.4, p. 514-518, 1964.
- HESKETH, J.D.; MOOS, D.N. Variation in response of photosynthesis to light. *Crop Science*, Madison, v.3, n. 1, p. 107-110, 1963.
- LANG, A.R.G.; BEGG, J.E. Movements of *Helianthus annuus* leaves and heads. *Journal of Applied Ecology*, Oxford, v. 16, p. 299-305, 1979.
- LOOMIS, R.S.; WILLIAMS, W.B. Maximum crop productivity: an estimate. *Crop Science*, Madison, v. 3, p. 67-72, 1963.
- MOSS, D.N. Photosynthesis, respiration, and photorespiration in higher plants. In: TESAR, M.B. (Ed.). *Physiological basis of crop growth and development*. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, 1984. p. 131-152.
- NICHIPOROVICH, A.A. Photosynthesis and the theory of obtaining high crop yields. *Field Crop Abstracts*, Berks, v. 13, p. 169-175, 1960.
- REIS, G.G. dos; MULLER, M. W. *Análise de crescimento de plantas: mensuração do crescimento*. Belém: Serviço de Documentação e Informação, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 1979. 39p. (Informe Didático, 1).
- RIZZARDI, M.A. Resposta de cultivares de girassol à densidade de plantas em duas épocas de semeadura. Porto Alegre, 1991. 125f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1991.
- ROBINSON, R.G.; BERNAT, L.A.; GEISE, H.A.; JOHNSON, F.K.; KIMMAN, M.L.; MADER, E.L.; OSWALDT, R.M.; PUTT, E.D.; SWALLERS, C.M.; WILLIAMS, J.H. Sunflower development at latitudes ranging from 31 to 49 degrees. *Crop Science*, Madison, v. 7, p 134-137, 1967.
- ROBINSON, R.G. Adaptation and physiological aspects of the sunflower plant. In: AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY. *Sunflower science and technology*. Madison, 1978. Cap. 19.
- ROGOBRAS Sementes Ltda. Híbridos: a revolução no girassol. São Miguel do Oeste, 1991. 2p.
- SAUGIER, B. Sunflower. In: MONTEITH, J.L., *Vegetation and the atmosphere*. London: Academic Press, 1976. pt. 4, p. 87-119.
- 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, p. 13-16.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The Water Budget and Its Use in Irrigation. In: *The Yearbook of agriculture: water*. Washington, D.C.: Department of Agriculture, p. 346-358, 1955.
- VRANCEANU, A.V. *El Girassol*. Madrid: Mundi-Prensa, 1977. 379p.
- WILSON, J.W. High net assimilation rates of sunflower plants in an arid climate. *Annals of Botany*, London, v. 30, p. 745-751, 1967.