

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE DOUTORADO TEMÁTICO
DOUTORADO EM RECURSOS NATURAIS

RESPOSTAS ECOFISIOLÓGICAS E DESEMPENHO AGRONÔMICO DO
AMENDOIM cv. BR1 SUBMETIDO A DIFERENTES LÂMINAS E INTERVALOS DE
IRRIGAÇÃO

LUIZ CARLOS SILVA

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA - BRASIL
DEZEMBRO - 1997

LUIZ CARLOS SILVA

RESPOSTAS ECOFISIOLÓGICAS E DESEMPENHO AGRONÔMICO DO
AMENDOIM cv. BR1 SUBMETIDO A DIFERENTES LÂMINAS E INTERVALOS DE
IRRIGAÇÃO

Tese apresentada ao curso de pós - graduação, em
Recursos Naturais da Universidade Federal da Paraíba,
em cumprimento às exigências para obtenção do grau de
Doutor em Recursos Naturais.

Área de concentração: Água e Solo

Sub - área de Concentração: Manejo de Solo e Água

NAPOLEÃO ESBERARD DE MACEDO BELTRÃO

ORIENTADOR

TANTRAVAHU VENKATA RAMANA RAO

CO-ORIENTADOR

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA - BRASIL
DEZEMBRO - 1997




S586r	<p>Silva, Luiz Carlos. Respostas ecofisiológicas e desempenho agronômico do amendoim cv. BR1 submetido a diferentes lâminas e intervalos de irrigação / Luiz Carlos Silva. - Campina Grande, 1997. 126 f.</p> <p>Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 1997. "Orientação : Prof. Dr. Napoleão Esberard de Macedo Beltrão, Prof. Dr. Tantravahi Venkata Ramana Rao". Referências.</p> <p>1. Irrigação Agrícola. 2. Manejo do Solo e Água. 3. Cultura do Amendoim. 4. Tese - Recursos Naturais. I. Beltrão, Napoleão Esberard de Macedo. II. Rao, Tantravahi Venkata Ramana. III. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). IV. Título</p> <p style="text-align: right;">CDU 631.67(043)</p>
-------	---

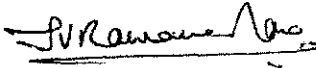
LUIZ CARLOS SILVA

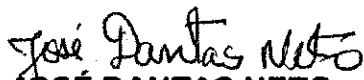
**RESPOSTAS ECOFISIOLÓGICAS E DESEMPENHO AGRONÔMICO
DO AMENDOIM cv. BR1 SUBMETIDO A DIFERENTES LÂMINAS E
INTERVALOS DE IRRIGAÇÃO.**

APROVADA COM DISTINÇÃO EM 09/12/97


BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. NAPOLEÃO ESBERARD DE MACEDO BELTRÃO
EMBRAPA/ALGODÃO
CAMPINA GRANDE-PB


Prof. Dr. TANTRAVAHÍ VENKATA RAMANA RAO
Departamento de Ciências Atmosféricas - DCA
Centro de Ciências e Tecnologia - CCT
Universidade Federal da Paraíba - UFPB


Prof. Dr. JOSÉ DANTAS NETO
Departamento de Engenharia Agrícola - DEAg
Centro de Ciências e Tecnologia - CCT
Universidade Federal da Paraíba - UFPB


Prof. Dr. CARLOS ALBERTO VIEIRA DE AZEVEDO
Departamento de Engenharia Agrícola - DEAg
Centro de Ciências e Tecnologia - CCT
Universidade Federal da Paraíba - UFPB


Prof. Dr. DEMÓSTENES MARCOS PEDROSA DE AZEVEDO
EMBRAPA/ALGODÃO
CAMPINA GRANDE-PB


Prof. Dr. JOSÉ MARIA NOGUEIRA DA COSTA
Departamento de Engenharia Agrícola - DEAg
Universidade Federal de Viçosa-MG

À Glória do Grande Arquiteto do Universo.

Aos meus pais JOSÉ E MARIA por seus estímulos, dedicação e sacrifícios.

À minha esposa LOURDES pelo companheirismo, incentivo e compreensão.

Aos meus filhos ANDREIA, LUIZ, DALVA E TÂNIA.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), pela oportunidade de participação no curso de Pós - Graduação e apoio financeiro.

Aos Doutores NAPOLEÃO ESBERARD DE MACÊDO BELTRÃO, e TANTRAVAH VENKATA RAMANA RAO, pela orientação, brilhantes ensinamentos e dedicação até a elaboração final deste trabalho.

Aos membros da Banca Examinadora, Doutores JOSÉ MARIA NOGUEIRA DA COSTA, JOSÉ DANTAS NETO, IÊDE BRITO CHAVES, DEMÓSTENES MARCOS PEDROSA DE AZEVEDO e CARLOS ALBERTO VIEIRA DE AZEVEDO pelo apoio e valiosas sugestões, indispensáveis à melhoria deste trabalho.

Aos professores do Campus II pelos ensinamentos transmitidos durante a realização do curso.

Aos colegas da Embrapa, em especial, GIVAN LIMA GUILMARÃES e ISAIAS ALVES pela colaboração, dedicação e presteza na condução dos experimentos de campo.

Aos colegas do curso, especialmente JOSÉ FIDELES FILHO, pela agradável e saudável convivência.

A todos que, de algum modo, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
Lista de figuras.	ix
Lista de tabelas.	xiii
Lista de abreviações e símbolos	xiv
Resumo.	xvi
Abstract.	xvii
1. Introdução.	1
2. Revisão bibliográfica.	5
2.1- Efeitos da irrigação sobre a produtividade.	5
2.2- Influência do déficit hídrico sobre o florescimento, desenvolvimento do ginóforo (Peg), produção e qualidade dos frutos de amendoim.	10
2.2.1- Florescimento.	10
2.2.2- Formação e desenvolvimento de ginóforos e vagens.	11
2.2.3- Qualidade dos frutos.	12
2.3- Efeito do déficit hídrico sobre índice de colheita e partição de assimilados.	12
2.4- Efeito do déficit hídrico sobre o crescimento das plantas.	13
2.5- O déficit hídrico e os índices de crescimento.	14
2.6- Avaliações ecofisiológicas.	22
2.7- Estresse e “Strain”.	24
3. Material e métodos.	27
- Preparo do solo.	28
- Cultivar.	28
- Plantio.	29
- Tratos culturais.	29
- Sistema de irrigação.	31
- Variáveis a serem analisadas.	31
- Coleta dos dados.	32

	Página
- Monitoramento da umidade do solo.	33
- Medições climatológicas.	33
- Variáveis de crescimento.	34
- Análise de crescimento.	34
- Ajustamento dos valores primários.	34
- Avaliações agro-industriais.	35
- Delineamento experimental e análises estatísticas.	36
4. Resultados e discussão.	38
4.1- Análise de crescimento.	38
4.1.1- Valores primários do crescimento.	38
4.1.2- Produção de fitomassa total (W_t valores ajustados) ...	46
4.1.3- Taxa de crescimento da cultura (C_t).	50
4.1.4- Índice de área foliar (IAF ajustado).	53
4.1.5- Taxa assimilatória líquida (TAL).	54
4.1.6- Taxa de crescimento relativo (TCR)	59
4.1.7- Razão de área foliar (RAF)	59
4.1.8- Razão de peso foliar (RPF)	65
4.1.9- Área foliar específica (AFE)	65
4.2- Resistência estomática, transpiração e fluxo de energia.	70
4.2.1- Resistência estomática e energia fotossinteticamente ativa ...	70
4.2.2- Transpiração e resistência estomática.	73
4.2.3- Densidade de fluxo de fótons e resistência estomática ...	76
4.2.4- Resistência estomática, TCC e Produtividade.	77
4.3- Densidade e distribuição dos estômatos ...	78
4.4- Produção agro-industrial.	83
4.4.1- Percentagem de vagem chocha, percentagem de sementes perfeitas, peso de 100 sementes, peso de 100 vagens, percentagem de óleo ...	82
4.4.2- Produtividade de vagens e grãos de amendoim ...	83

Página

4.4.3. Índice de colheita	84
4.5- Estresse e “Strain” na cultura do amendoim	87
5. Conclusões	89
6. Referências	91
7. Apêndices	112
Apêndice I	112
Apêndice II	113
Apêndice III	114
Apêndice IV	115
Apêndice V	116
Apêndice VI	117
Apêndice VII	118
Apêndice VIII	119
Apêndice IX	120
Apêndice X	121
Apêndice XI	122
Apêndice XII	123
Apêndice XIII	124
Apêndice XIV	125
Apêndice XV	126

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1- Influência do intervalo de irrigação (A 2 dias, B 4 dias, C 6 dias) para a lâmina de 700mm sobre a produção de fitomassa em partes da planta de amendoim.	39
Figura 2- Influência do intervalo de irrigação (A 2 dias, B 4 dias, C 6 dias) para a lâmina de 500mm sobre a produção de fitomassa em partes da planta de amendoim.	40
Figura 3- Influência do intervalo de irrigação (A 2 dias, B 4 dias, C 6 dias) para a lâmina de 300mm sobre a produção de fitomassa em partes da planta de amendoim.	41
Figura 4- Influência de intervalos dentro de lâminas de irrigação sobre a área foliar do amendoim [A 700mm/(2 - 4 e 6 dias)], [B 500mm/(2 -4 e 6 dias)], [C 300mm/2 - 4 e6 dias)]. Rodelas, BA.	45
Figura 5- Influência de lâminas dentro de intervalos de irrigação sobre a área foliar do amendoim [A 700mm/(2 - 4 e 6 dias)], [B 500mm/(2 -4 e 6 dias)], [C 300mm/2 - 4 e6 dias)]. Rodelas, BA.	46
Figura 6- Influência do intervalo de irrigação(2, 4 e 6 dias) para as lâminas de (A 700, 500 e 300mm) sobre a fitomassa em plantas de amendoim. Rodelas, BA.	48
Figura 7- Influência de lâminas dentro de intervalos de irrigação sobre a fitomassa de plantas de amendoim (A 700, 500 e 300mm por 2 dias; B 700, 500 e 300mm por 4 dias; ,C 700, 500 e 300mm por 6 dias). Rodelas, BA.	49
Figura 8- Influência do intervalo (2, 4 e 6 dias) dentro de lâminas de (A 700mm; B 500mm e C 300mm) sobre a taxa de crescimento da cultura do amendoim. Rodelas, BA.	51
Figura 9- Influência de lâminas dentro de intervalos de irrigação sobre a taxa de crescimento da cultura do amendoim (A 700, 500 e 300mm por 2 dias; B 700, 500 e 300mm por 4 dias; C 700, 500 e 300mm por 6 dias). Rodelas, BA.	52

Figura 10- Influência do intervalo (2, 4 e 6 dias) dentro de lâminas de (A 700mm, B 500mm, C 300mm) sobre o índice de área foliar do amendoim	55
Figura 11- Influência de lâminas dentro de intervalos de irrigação sobre o índice de área foliar do amendoim (A 700, 500 e 300mm por 2 dias; B 700, 500 e 300mm por 4 dias; C 700, 500 e 300mm por 6 dias). Rodelas, BA.	56
Figura 12- Influência do intervalo (2, 4 e 6 dias) dentro de lâminas de (A 700mm; B 500mm; C 300mm) sobre a taxa assimilatória líquida do amendoim. Rodelas, BA.	57
Figura 13- Influência de lâminas dentro de intervalos de irrigação sobre a taxa assimilatória líquida do amendoim, (A 700, 500 e 300mm por 2 dias; B 700, 500 e 300mm por 4 dias; C 700, 500 e 300mm por 6 dias). Rodelas, BA.	58
Figura 14- Influência do intervalo (2, 4 e 6 dias) dentro de lâminas de (A 700mm; B 500mm; C 300mm) sobre a taxa de crescimento relativo do amendoim.	60
Figura 15- Influência de lâminas dentro de intervalos de irrigação sobre a taxa de crescimento relativo do amendoim (A 700, 500 e 300mm por 2 dias; B 700, 500 e 300mm por 4 dias; C 700, 500 e 300mm por 6 dias). Rodelas, BA.	61
Figura 16- Influência do intervalo (2, 4 e 6 dias) dentro de lâminas de (A 700mm; B 500mm; C 300mm) sobre a razão de área foliar do amendoim.	63
Figura 17- Influência de lâminas dentro de intervalos de irrigação sobre a razão de área foliar do amendoim (A 700, 500 e 300mm por 2 dias; B 700, 500 e 300mm por 4 dias; C 700, 500 e 300mm por 6 dias). Rodelas, BA.	64
Figura 18- Influência do intervalo (2, 4 e 6 dias) dentro de lâminas de (A 700mm; B 500mm; C 300mm) sobre a razão de peso foliar do	

amendoim.	66
Figura 19- Influência de lâminas dentro de intervalos de irrigação sobre a razão de peso foliar do amendoim (A 700, 500 e 300mm por 2 dias; B 700, 500 e 300mm por 4 dias; C 700, 500 e 300mm por 6 dias). Rodelas, BA.	67
Figura 20- Influência do intervalos (2, 4 e 6 dias) dentro de lâminas (A 700mm; B 500mm; C 300mm) sobre a área foliar específica do amendoim.	68
Figura 21- Influência de lâminas dentro de intervalos de irrigação sobre a área foliar específica do amendoim (A 700, 500 e 300mm por 2 dias; B 700, 500 e 300mm por 4 dias; C 700, 500 e 300mm por 6 dias).	69
Figura 22- Variação diurna da resistência estomática ($s.cm^{-1}$) e da energia fotossinteticamente ativas, PAR, ($\mu E.s^{-1}.m^{-2}$) observadas nos tratamentos 700mm por 4 dias e 300mm por 4 dias, um dia após a irrigação.	71
Figura 23- Variação diurna da resistência estomática ($s.cm^{-1}$) e da energia fotossinteticamente ativas, PAR, ($\mu E.s^{-1}.m^{-2}$) observadas nos tratamentos 700mm por 4 dias e 300mm por 4 dias, três dias após a irrigação.	78
Figura 24- Variação diurna transpiração e da resistência estomática ($s.cm^{-1}$) e da transpiração($mg H_2.m^{-2}.s^{-1}$) observadas no tratamento 700mm por 4 dias, três dias após a irrigação.	73
Figura 25- Variação diurna transpiração e da resistência estomática ($s.cm^{-1}$) e da transpiração($mg H_2.m^{-2}.s^{-1}$) observadas no tratamento 300mm por 4 dias, três dias após a irrigação.	73
Figura 26- Variação diurna transpiração e da resistência estomática ($s.cm^{-1}$) e da transpiração($mg H_2.m^{-2}.s^{-1}$) observadas no tratamento 700mm por 4 dias, um dias após a irrigação.	75

Figura 27- Variação diurna transpiração e da resistência estomática ($s.cm^{-1}$) e da transpiração($mg H_2.m^{-2}.s^{-1}$) observadas no tratamento 300mm por 4 dias, um dias após a irrigação.	75
Figura 28- Relação entre resistência estomática ($s.cm^{-1}$) e radiação fotossinteticamente ativa incidente sobre a superfície foliar do amendoim BR1, no tratamento 700 mm/4 dias. Rodelas, BA.	77
Figura 29- Réplica dos estômatos da superfície superior da folha do amendoim em aumento de 40 x 10	80
Figura 30- Réplica dos estômatos da superfície inferior da folha do amendoim em aumento de 40 x 10, apresentando o dimorfismo estomatal.	81
Figura 31- Superfície de resposta para a cultura do amendoim irrigado, análise conjunta 94/95, produtividade de amendoim em casca.	86
Figura 32- Superfície de resposta para a cultura do amendoim irrigado, análise conjunta 94/95, produtividade de grãos de amendoim.	87

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1- Valores médios descendias de temperatura máxima (Tmax), temperatura mínima Tmin) e temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), total de precipitação (P), evaporação no tanque classe A (ECA) e velocidade do vento (Vv)	29
Tabela 2- Características químicas do solo da área experimental à profundidade de 0,20m. (CODEVASFE), Rodelas - BA.	30
Tabela 3- Características físico - hídricas e granulometria do solo da área experimental. (CODEVASFE), Rodelas - BA.	30
Tabela 4- Partição da fitomassa em função das lâminas e intervalos de irrigação.	45
Tabela 5- Produtividade e indice de colheita de amendoim em casca e grãos, submetido a diferentes lâminas e intervalos de irrigação, Rodelas 1994.	85

LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

A - índice de área foliar
a, b...f - coeficientes das equações da função de produtividade
 A_f - área foliar em m^2
AF - área foliar
AFE - área foliar específica
Al - alumínio
AMPF - área média por folíolo
AMPF - área média por folha
Ca - cálcio
 C_A - taxa de crescimento da área foliar
CC - capacidade de campo
CNPq - centro nacional de pesquisa de algodão
CRA - conteúdo relativo de água
 C_t - matéria seca
dA - derivada da área foliar
Da - densidade aparente
DAE - dias após a emergência
DAS - dias após a semeadura
dLW - derivada da fitomassa foliar
DSH - déficit de saturação hídrica
dT - derivada do tempo
dW - derivada da fitomassa
 E_A - taxa assimilatória líquida
ECA - evaporação do tanque classe A
Embrapa - empresa brasileira de pesquisa agropecuária
EP - evaporação
ET - evapotranspiração
exp - exponencial
 F_A - razão de área foliar
FPAF - fator de partição da área foliar
FPAF - fator de partição de área foliar
 F_w - razão de peso foliar
 G_R - coeficiente respiratório acoplado ao crescimento
 G_R - coeficiente respiratório acoplado à manutenção
H - índice de colheita
h - hora
Hp - umidade ponderal
I - intervalo em dias
IAF - índice de área foliar
K - potássio
L - índice de área foliar
ln - logaritmo neperiano
LW - fitomassa foliar
M.O. - matéria orgânica
Mg - magnésio

min - minuto
N - nitrogênio
Na - sódio
p - partição de assimilados
P - precipitação pluvial
P - fósforo
PAR - energia fotossinteticamente ativa
Peg - Ginóforo;
P_G - fotossíntese bruta
PM - ponto de murcha
Prodc - produtividade de amendoim em casca
Prodg - produtividade de grãos
PSF - peso seco das folhas
r² - coeficiente de determinação
R_a - taxa de crescimento relativo da área foliar
RAF - razão de área foliar
R_D - respiração mitocondrial
R_G - respiração mitocondrial do crescimento
R_M - respiração mitocondrial de manutenção
RPF - razão de peso foliar
R_w - taxa de crescimento relativo instantâneo
S - área (m²) do solo correspondente às amostras
S - enxofre
S.A.S. - sistema de análise estatística
S_A - área foliar específica
t - tempo em dias
TAL - taxa assimilatória líquida
TCC - taxa de crescimento cultural
TCR - taxa de crescimento relativo
TCRF - taxa de crescimento relativo foliar
TERAF - taxa de expansão relativa da área foliar
T_{máx} - temperatura máxima
T_{méd} - temperatura média
T_{mín} - temperatura mínima
TRCF - taxa relativa de crescimento foliar
TREAf - taxa relativa de expansão da área foliar
UR - umidade relativa do ar
V_v - velocidade do vento
W - fitomassa total
W_a - fitomassa dos ramos
W_f - fitomassa foliar
W_r - fitomassa das raízes
W_t - fitomassa total
W_v - fitomassa das vagens

RESUMO

Levando-se em consideração a importância potencial do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) para o Nordeste brasileiro, onde o consumo é dez vezes maior que a produção, e a quase ausência de informações fitotécnicas sobre a irrigação desta leguminosa, bem como o crescimento e o desenvolvimento desta planta, realizou-se a presente pesquisa. O objetivo principal foi avaliar as respostas ecofisiológicas e o desempenho agrônomo da cultura do amendoim cv. BR1, em condições de irrigação no município de Rodelas, BA. Analisaram-se: crescimento, morfologia, partição de assimilados, resistência estomática e suas relações com o fluxo de energia fotossinteticamente ativa, transpiração, função de produção e superfícies de respostas. Em condições de campo, aplicaram-se três lâminas d'água (300mm, 500mm e 700mm) e três intervalos de irrigação (2, 4 e 6 dias) em delineamento de blocos ao acaso com esquema de análise fatorial 3 x 3. De modo geral, as taxas de crescimento da cultura decresceram com a diminuição da lâmina e o aumento do intervalo de irrigação, sendo que no tratamento 700mm por quatro dias foi observado o maior valor da taxa de crescimento cultural (TCC), 16,11 g.m².dia⁻¹ e a menor TCC foi obtida no tratamento 300mm por 6 dias. A taxa assimilatória líquida e a taxa de crescimento relativo declinaram tanto com a ontogenia como pela redução da disponibilidade hídrica. A razão de área foliar não foi afetada pelos tratamentos impostos. A resistência estomática um dia após a irrigação (60 DAS) foi mínima às 10h30m para o tratamento de 300 mm/4 dias, e às 12h30m h para o tratamento de 700mm/4 dias. Em condições de irrigação adequada, as resistências estomáticas e a densidade de fluxo de fótons incidente sobre a superfície foliar do amendoim cv. BR1, apresentaram uma relação hiperbólica. As folhas do amendoim apresentam dimorfismo estomático. O amendoim deve ser irrigado sempre que a resistência estomática alcançar valores entre 4 e 5 s.m⁻¹. As funções de produção obtidas para grãos e para amendoim em casca foram, respectivamente: $Y_g = 487,63 + 1,334*L + 168,28*I - 0,00032*L^2 - 55,31*I^2 + 0,3333*L*I$; $Y_c = 603,08 + 3,625*L + 100,37*I - 0,0023*L^2 - 57,60*I^2 + 0,454*L*I$. Os melhores rendimentos foram obtidos quando as irrigações foram efetuadas com menor intervalo (2 e 4 dias) o que se justifica em função da baixa capacidade de retenção de água no solo. A lâmina de 700mm com intervalo de quatro dias de irrigação é a mais indicada para a cultura do amendoim cv. BR1, para as condições de Rodelas, BA.

ABSTRACT

This research was conducted taking into consideration, the potential importance of the groundnut crop (*Arachis hypogaea* L.) for the Northeast Brazil, where the consumption is ten times more than the production, and the lack of agronomic information about the irrigation requirements of this crop as well as the growth and development of the plant. The main objective was to evaluate the ecophysiological responses and the agronomic performance of the irrigated groundnut crop, cultivar BR1, in the municipality of Rodelas - BA. Growth, morphology, assimilates partitioning, stomatal resistance, photosynthetically active radiation, transpiration, and crop as a function of the amount of irrigated water and the frequency of irrigation were analyzed. Three different levels of irrigation (300 mm, 500 mm and 700 mm) and three different frequencies of irrigation (2 days, 4 days and 6 days) for each level of irrigation (which resulted in 9 different treatments) were applied under the field conditions using the randomized block design with a 3 x 3 factorial analysis scheme. In general, the growth rates of the crop decreased with the decrease of the amount of irrigated water and increase of the irrigation interval. The highest value of $16.11 \text{ g.m}^{-2}.\text{day}^{-1}$ of the crop growth rate (CGR) was observed in the case of the treatment of 700 mm/ 4 days and the lowest CGR was observed in the case for the treatment of 300 mm/ 6 days. Net assimilation rate (NAR) and the relative growth rate (RGR) were declined with ontogenesis and also with the reduction of the available water. The leaf area ratio (LAR) was not affected by the treatments imposed. One day after the irrigation (60 DAS), the stomatal resistance was minimum at 10:30 A.M. and at 12:30 P.M., respectively, for the treatments of 300mm/ 4 days and 700 mm/ 4 days. The stomatal resistance, under well irrigated conditions, presented a hyperbolic relation with the incident photon flux density. The leaves of the groundnut crop present stomatal dimorphism. The groundnut crop should be irrigated when the resistance reaches a value of about 4 to 5 s.m^{-1} . The production function obtained for the groundnut seeds was: $Y_{\text{seed}} = 487,63 + 1,334 * L + 168,28 * T - 0,00032 * L^2 - 55,31 * T^2 + 0,3333 * L * T$; and the same for groundnut in shell: $Y_{\text{shell}} = 603,08 + 3,625 * L + 100,37 * T - 0,0023 * L^2 - 57,60 * T^2 + 0,454 * L * T$. The best yields were obtained when the irrigations were applied at higher frequency (2 or 4 days) which can be explained by the low water retention capacity of the soil. For the prevailing conditions in Rodelas - BA, the treatment with 700 mm/ 4 days is indicated for growing the groundnut crop, cultivar BR1.

1 - INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é cultivado em mais de 90 países desde as latitudes de 40° N a 40° S, ocupando posição de destaque entre as mais importantes culturas de interesse econômico, graças à variedade de produtos que oferece, dentre os quais enfocam-se os grãos para consumo “in natura” e o óleo que é um dos principais derivados largamente utilizados na alimentação humana e na indústria de produtos alimentícios e farmacêuticos. Entretanto, quase dois terços da produção mundial são oriundas regiões semi-áridas, onde o total de precipitação pluvial e sua distribuição errática usualmente limitam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade da maioria das culturas exploradas. No Nordeste do Brasil essa oleaginosa que tem uma demanda de aproximadamente 45.000 toneladas de grãos por ano e reproduz apenas cerca de 10.000 toneladas, havendo um déficit de 35.000 toneladas/ano. O Estado da Bahia situa-se, atualmente, como o primeiro produtor regional de amendoim, abrangendo cerca de 63% da área cultivada, com esta oleaginosa, no Nordeste.

As terras dos perímetros irrigados que se situam na borda do lago de Itaparica, Bahia, são plantadas em grande parte com a cultura do amendoim, e caracterizam-se por apresentarem elevada demanda evaporativa do ar, solo extremamente

arenoso, elevada velocidade de infiltração e baixa capacidade de armazenamento, além de ventos fortes deslocando o solo via microdunas. Portanto, torna-se necessário o estudo do manejo e do consumo racional de água, para promover maiores produtividades e melhor qualidade dos produtos, evitando-se o desperdício de insumos ou ocorrência de estresse hídrico em fases críticas do desenvolvimento e crescimento das culturas. O objetivo principal dos estudos de adaptação das culturas às regiões semi-áridas é o aumento da produtividade associado ao uso racional e econômico da água.

WRIGHT & NAGESWARA RAO (1994) afirmam que o déficit de água no solo reduz o crescimento das folhas e ramos através de efeitos sobre o status de água na planta, fotossíntese e expansão foliar.

A análise de crescimento é uma técnica usada para quantificar vários parâmetros que medem o crescimento vegetal. Esta técnica descreve as condições morfo-fisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, entre duas amostragens sucessivas, e se propõe acompanhar a dinâmica da produção fotossintética avaliada através da acumulação de fitomassa. Os procedimentos foram bem documentados em revisões por WATSON (1952), BLACKMAN (1968), RICHARDS (1969), KVET et al. (1971), EVANS (1972), HESKETH & JONES (1980), FITTER & HAY (1981).

Embora bastante utilizado, em diversas culturas para várias finalidades, verifica-se que poucos estudos foram realizados com o amendoim, principalmente dos grupos Valência e Spanish, que apesar de serem os mais cultivados no Brasil (mais de 90%) e no Nordeste (100%), não existe nenhuma informação de trabalhos realizados nesta área com propósitos de irrigação. Em consequência disso é grande a preocupação de pesquisadores na busca de informações básicas que gerem tecnologia satisfatória para o estabelecimento de sistemas racionais de manejo de água e de plantas.

Apesar de útil e ter sido bastante utilizado, o método de análise de crescimento por si só não é suficiente para explicar muitos dos fenômenos ecofisiológicos. Desta forma, é de grande validade realizarem-se estudos paralelos das relações água-solo-planta-atmosfera. Dentre esses estudos, um dos que podem fornecer importantes informações é o das trocas gasosas entre a planta e o meio, que podem ser medidas através da resistência estomática.

A resistência estomática é simultaneamente afetada por diversos fatores ambientais, e por isso os esforços para correlacioná-la com as variáveis de um determinado ambiente, com dados de campo, nem sempre tem resultado em sucesso. A resistência estomática de folhas iluminadas é função da temperatura do ar, do déficit de pressão do vapor d'água (DPV), da concentração de CO₂ e do potencial de água no solo e, por isso, exige uma seleção adequada dos dados de campo que devem ser analisados (JARVIS, 1976).

Diversos estudiosos do assunto afirmam que a luz e a água são os dois fatores ambientais que têm, provavelmente, grandes efeitos no comportamento dos estômatos (TURNER & BEGG, 1973, 1974; TURNER, 1974; SINCLAIR et al. 1975).

O objetivo principal deste trabalho, foi avaliar as respostas ecofisiológicas e o desempenho agrônomo da cultura do amendoim cv. BR1, em condições de irrigação no município de Rodelas, BA.

Os objetivos específicos foram:

- a) Avaliar a influência de níveis diferenciados de lâminas de irrigação e intervalos de irrigação, em algumas características do crescimento;

- b) Determinar as variações diurnas das resistências estomáticas na cultura do amendoim, cultivar BR-1, e relacioná-las com o fluxo de fótons de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) e,
- c) Identificar respostas da cultura ao manejo de água no que concerne à produção econômica (frutos) quantitativa e qualitativamente.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Um déficit hídrico é susceptível de afetar negativamente ao conjunto das funções fisiológicas da planta, tais como a fotossíntese, respiração e outras reações metabólicas, podendo repercutir nas variações anatômicas (estômatos), no crescimento, na reprodução e desenvolvimento das plantas de um modo geral, particularmente, dos frutos e sementes e, conseqüentemente produtividade.

Os efeitos do estresse hídrico mais visíveis são as reduções do crescimento refletido no tamanho da planta e da superfície foliar, e a queda quantitativa do rendimento. Outras conseqüências agronômicas do déficit hídrico sobre o metabolismo são as modificações da composição química dos produtos agrícolas comerciais e outras características qualitativas da produção (MAÑAS & VALERO 1993).

2.1- Efeitos da irrigação sobre a produtividade

No desenvolvimento de projetos de irrigação e exploração racional das culturas e recursos hídricos, é necessário responder basicamente a duas perguntas, ou sejam, quanto e quando irrigar.

A oferta de água para as plantas deve ser feita nas quantidades requeridas e nos momentos oportunos, sem o que as culturas podem apresentar variações consideráveis nas suas produções quantitativas e qualitativas (PREVOT & OLLAGNIER, 1957; FOURRIER & PREVOT, 1958; WORMER & OCHS, 1959; BILLAZ & OCHS, 1961; MATLOCK et al. 1961; MANTELL & GOLDIN, 1964; GOLDBERG et al. 1967; HSIAO, 1973; LENKA & MISRA, 1973; SAINI & SANDHU, 1973; CHEEMA et al. 1974; GORBET & RHOADS, 1975; STANSELL et al. 1976; BEG & TURNER, 1976; CHEEMA et al. 1977; NARASIMHAM et al. 1977; ROCHESTER et al. 1978; HAMMOND et al. 1978; PALLAS & STANSELL, 1978; BACKMAN et al. 1978; PALLAS et al. 1979; HEWITT et al. 1980).

Por outro lado, situações em que a água é limitante, a utilização de irrigação com déficit permite maior retorno econômico do que a de irrigação completa (HARGREAVES & SAMANI, 1984; ENGLISH, 1990; CALHEIROS, 1996).

Em amendoim, a ocorrência de déficit hídrico durante as fases de crescimento e desenvolvimento dos ginóforos e das vagens acarreta um decréscimo na produção primariamente pela redução do número de vagens antes mesmo que pelo peso das vagens e sementes (SKELTON & SHEAR, 1971; ONO et al. 1974; BOOTE et al. 1976; PALLAS et al. 1979).

Entretanto, alguns pesquisadores (LENKA & MISRA, 1973; PANDEY et al. 1984; NAGESWARA RAO et al. 1985; e WRIGHT et al. 1991) afirmam que um déficit durante o enchimento das vagens geralmente reduz os pesos das sementes e das vagens.

GORBET & RHOADS (1975), testando duas cultivares de amendoim sob regime de irrigação e de sequeiro, concluíram que a produção total de vagens aumentou com a irrigação, especialmente na estação seca. Durante as estações de elevadas

precipitações e/ou distribuição favorável das chuvas, houve uma perda excessiva das vagens durante a colheita resultando numa redução da produção líquida de vagens.

PALLAS et al. (1979) estudando efeitos de estresse hídrico em amendoim cv. "Florunner", verificaram que as maiores produções foram obtidas dos tratamentos que não sofreram estresse ou quando o estresse ocorreu nas fases mais cedo do desenvolvimento da cultura, demonstrando a importância do suprimento hídrico na produção do amendoim.

Baseados na literatura disponível, BOOTE et al. (1982) concluíram que cerca de 600mm de água são requeridos para a performance ótima de produção de amendoim em casca.

Também, DESA et al. (1984) comparando as produções de amendoim em resposta a várias lâminas de irrigação (440, 520, 680 e 840mm), verificaram que as maiores produtividades foram alcançadas com as lâminas de 680 e 520mm, respectivamente, concluindo que tanto o excesso quanto a deficiência de água reduzem a produtividade do amendoim.

PANDEY et al. (1984) compararam o comportamento de quatro leguminosas (soja, caupi, amendoim e feijão mungo), em condições variadas de suprimento hídrico, e concluíram que o amendoim foi a cultura que menos sofreu adversamente os efeitos da deficiência hídrica. Por outro lado, TÁVORA (1985) observaram, em amendoim, que a produção econômica foi mais afetada que a produção biológica, quando houve imposição de deficiência hídrica na cultura.

D'OLIVEIRA (1988) testando vinte cultivares de amendoim sob regime de irrigação, usando uma lâmina de 540 mm, obteve produtividades desde 7,6 t/ha até 1,3 t/ha

de amendoim em casca, evidenciando que as cultivares respondem de maneira diferenciada à quantidade de água ofertada.

NAGESWARA RAO et al. (1988), aplicando lâminas de 725 mm, 630 mm, 580 mm e 550 mm, obtiveram produtividades, de amendoim em casca, de 4615 k/ha, 5480 k/ha, 5040 k/ha e 3687 k/ha, respectivamente, numa evidência de que tanto água em demasia quanto em deficiência refletem negativamente na produção. Em milho, COSTA et al. (1988) observaram que quando houve uma redução de 65,4% da água ofertada em relação ao tratamento não estressado, ocorreu uma redução na produtividade, da ordem de 84,12%.

Também WOLFE et al. (1988) observaram que a produção de grãos foi 50% menor nos tratamentos sem irrigação, quando comparados com os irrigados.

GRANT et al. (1989), constataram que um estresse hídrico ocorrido 7 dias após o pendoamento do milho provocou uma redução de 45% no número de sementes em relação ao controle não estressado, e quando o estresse aconteceu 12 a 16 dias do enchimento dos grãos o peso da produção foi de apenas 51% da testemunha. Por outro lado, o suprimento hídrico adequado (ETR/ET_{max} 0,8) durante o subperíodo de dez dias antes do pendoamento a dez dias após o espigamento determinaram a obtenção de rendimentos mais elevados de grãos (MEDEIROS et al. 1991).

MARUR (1991) comprovou, em algodão submetido ao estresse hídrico, que o tratamento estressado afetou negativamente e significativamente o número total de capulhos por m^2 e a produtividade.

FIGENBAUM et al. (1991) estudando a influência do déficit hídrico sobre os componentes de rendimento de cultivares de feijão concluíram que o déficit de água no

solo afeta os componentes de rendimento das plantas, diminuindo o tamanho das vagens e o número de vagens e de sementes por planta.

A deficiência hídrica determinou uma redução média na produção de vagens de amendoim, da ordem de 62% do controle, sem deficiência hídrica (TÁVORA & MELO, 1991).

Em soja, FONTANA et al. (1992) observaram que a restrição na disponibilidade hídrica determinou um menor crescimento e rendimento de grãos da parcela não irrigada em relação à irrigada.

PUTNAM et al. (1992) obtiveram incrementos de até 553%, em 1988, na produtividade de amendoim em casca quando as lâminas de irrigação variaram de 139mm até 457 mm; de até 229%, em 1989, quando as lâminas variaram de 154 mm à 508 mm, e de 52%, em 1990, com variação de 205 mm à 546 mm nas lâminas de irrigação.

FERREIRA et al. (1992) constataram reduções de até 75,5% na produtividade de amendoim, em casca, sob condições de severo estresse hídrico, quando comparado ao controle que não sofreu estresse de água.

WRIGHT & NAGESWARA RAO (1994) afirmam que a produção de vagens de amendoim pode ser severamente reduzida se ocorrerem déficit hídricos na fases de formação dos ginóforos e desenvolvimento das vagens.

CALHEIROS et al. (1996) testando água como fator limitante da produção de feijão associada a doses de nitrogênio (60, 90 e 120 kg/ha) concluíram que as lâminas máximas e as correspondentes produtividades são 567 mm e 2.121 kg/ha, 600mm e 2.432 kg/ha, 558 mm e 2.266 kg/ha, respectivamente, para as doses de 60, 90 e 120 kg/ha de nitrogênio.

2.2.-Influência do déficit hídrico sobre o florescimento, desenvolvimento do ginóforo (Peg), produção e qualidade dos frutos de amendoim

2.2.1.-Florescimento

A literatura contém várias referências para o efeito do déficit de água no solo sobre o florescimento das plantas de amendoim. Enquanto as publicações sobre os efeitos do estresse hídrico sobre o florescimento pareçam bastante consistentes, existe algum desacordo sobre a importância desse efeito sobre a produção final.

IPINA (1958) reportou que a iniciação floral foi retardada em 7 dias e o florescimento foi inibido quando o solo foi mantido à 35% da capacidade de campo, ou mais seco.

BILLAZ & OCHS (1961) observaram que um déficit hídrico 50-80 dias após o plantio reduziu o florescimento e o número de "Peg", promovendo uma redução na produção maior que estresses em outras fases do desenvolvimento vegetal.

LENKA & MISRA (1973) irrigaram amendoim à 25, 50, e 75% da umidade disponível no solo. Eles observaram que o déficit de água atrasou o florescimento em 1 a 2 dias e reduziu o número total de flores. A irrigação efetuada quando houve redução de 25% da água disponível no solo, produziu mais flores, mais sementes por vagem, e maior peso das vagens. Neste tratamento a eficiência reprodutiva também foi muito maior.

Em contraste às observações de BILLAZ & OCHS (1961) feitas em amendoim do grupo Spanish, PALLAS et al. (1979) reportaram que, com amendoim do grupo Virginia as perdas da produção foram mais severas quando o estresse hídrico ocorreu em períodos mais avançados da cultura. Parece lógico que a redução no número de flores por si só pode não reduzir grandemente a produção, porque o número de flores pode ser 20 vezes maior que o número de frutos maduros.

Também, o amendoim pode compensar a redução do número de flores em razão do estresse hídrico, produzindo um fluxo de flores uma vez o estresse tenha sido aliviado (PALLAS et al. 1979; NAGESWARA RAO et al. 1988; HARRIS et al. 1988).

Para TÁVORA & MELO (1991) a deficiência hídrica parece retardar o ritmo de produção de flores nas duas primeiras semanas, ocorrendo o inverso nas duas últimas semanas de floração, ou seja, no tratamento úmido a cultura apresentou uma menor produção de flores/planta em relação ao tratamento seco na fase final do período de florescimento. Seus resultados sugerem que a deficiência hídrica além de afetar o número de flores produzidas afeta, igualmente, sua distribuição ao longo do período de floração.

FERREIRA et al. (1992) testando três cultivares de amendoim sob vários regimes hídricos, observaram que a redução na aplicação de água no solo afetou significativamente a produção de flores das cultivares estudadas, com nítida tendência de queda com o aumento da restrição hídrica.

BALDWIN & HARRISON (1996) afirmam que déficit de água durante o período de florescimento do amendoim podem retardar a formação de flores ou, dependendo da severidade do estresse, inibir completamente o florescimento.

2.2.2.- Formação e desenvolvimento de Ginóforos (Peg) e Vagens

Pelo fato do amendoim ter o hábito de frutificação subterrânea, o conteúdo de umidade do solo causa duplo efeito sobre a penetração do “Peg” e desenvolvimento das vagens: (1) o efeito da umidade na zona radicular sobre o crescimento e desenvolvimento da planta e transporte da água e nutrientes para os frutos, e (2) o efeito do conteúdo de umidade na zona do “Peg” ou fruto (4 a 5 cm de profundidade) sobre o crescimento reprodutivo.

Em muitos casos, a deficiência de umidade no solo durante a penetração do “Peg” e desenvolvimento da vagem primeiramente reduz o número de vagens pouco ou raramente afetando o peso das vagens (MATLOCK et al. 1961; SKELTON & SHEAR, 1971; UNDERWOOD et al. 1971; LENKA & MISRA, 1973; ONO et al. 1974; BOOTE et al. 1976, 1982; VIVEKANANDAN & GUNASENA, 1976; PALLAS et al. 1979).

2.2.3. Qualidade dos frutos

O déficit hídrico frequentemente reduz o peso das sementes (GORBET & RHOADS, 1975; VARNELL et al. 1976; CHEEMA et al. 1977; PALLAS et al. 1977, 1979) e percentagem (%) de sementes “extra grande” (GORBET & RHOADS, 1975; STANSELL et al. 1976;) enquanto aumenta a (%) de outras sementes (danificadas ou enrugadas) (STANSELL et al. 1976; PALLAS et al. 1979; BOOTE et al. 1982).

A irrigação não tem efeitos significantes e consistentes sobre a concentração de óleo e proteínas das sementes (MATLOCK et al. 1961; NARASIMHAM et al. 1977; BOOTE et al. 1982).

2.3. - Efeito do déficit hídrico sobre índice de colheita e partição de assimilados

O índice de colheita (H), definido como a proporção de frutos para a fitomassa total, pode variar enormemente dependendo da duração e da severidade do déficit hídrico durante a formação das vagens (ONG, 1986).

DUNCAN et al. (1978) sugeriram que H pode ser considerado como uma função da taxa de crescimento cultural (TCC), partição de assimilados para as vagens (p), e a efetiva duração da fase de desenvolvimento das vagens (t).

MATHEWS et al. (1988) demonstraram que H pode ser expresso como um valor médio do período de “p” ponderado por TCC, descrito pela expressão:

$$H = \frac{(p * TCC * t)}{W} \quad (1)$$

onde: W é a fitomassa total, ajustada pelo conteúdo de energia nas vagens quando maduras (DUNCAN et al., 1978). Esta simples análise permite o estudo de variáveis específicas influenciando H em resposta a diferentes tratamentos de suprimento de água.

HARRIS et al. (1988) observaram que um déficit de água na fase terminal da cultura induziu diferenças entre cultivares quanto a produção de vagens bem como variações em H, as quais foram associadas com diferenças em “p” e “t”.

WRIGHT et al. (1991) obtiveram TCC semelhantes entre quatro cultivares; entretanto, diferenças em “p” e “t” foram responsáveis por variações em H e produção de vagens numa situação de déficit hídrico na fase terminal da cultura.

Tem sido demonstrado em algumas culturas que a biomassa pode ser remobilizada de outras partes da planta para sítios reprodutivos, particularmente em resposta ao estresse hídrico (BIDINGER et al. 1977; CONSTABLE & HEARN, 1978; BLUM et al. 1983).

Entretanto, DUNCAN et al. (1978) e ONG (1986) sugeriram que a não translocação de assimilados vegetativos para as vagens ocorre em amendoim.

2.4. - Efeitos do déficit hídrico sobre o crescimento das plantas

O crescimento vegetativo, em geral, e a expansão foliar, em particular, são severamente inibidos por moderados níveis de estresse hídrico. O déficit hídrico inibe a expansão foliar e o alongamento do caule das culturas por meio da redução da turgescência celular. As plantas submetidas a estresse reduzem a longitude do caule, e em determinadas

espécies vegetais aumenta a ramificação, o comprimento dos internódios se reduz mais drasticamente que o número de nós das hastes. Um déficit hídrico prolongado dá origem a um menor número de folhas bem como reduz seus tamanhos. Parece que um desenvolvimento gradual dos déficits hídricos pouco afetam a duração da área foliar, mas os déficits que se desenvolvem rapidamente aceleram a senescência das folhas mais velhas (ASANA et al. 1958; ASPINALL et al. 1964; DAY & INTALAP, 1970; McMICHAEL et al. 1972; ANGUS & MONCUR, 1977; DUSEK, 1980; SIONIT et al. 1982; GUINN & MAUNEY, 1984^a, 1984b; ORGAZ et al. 1991; MATEOS et al. 1991).

2.5. - O déficit hídrico e os índices de crescimento

A análise do crescimento se apresenta como uma técnica válida para estudar as bases fisiológicas da produção, e por em evidência a influência exercida pelas variáveis ambientais, genéticas e agronômicas. Esta técnica descreve as condições morfo-fisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, entre duas amostragens sucessivas, e se propõe acompanhar a dinâmica da produção fotossintética avaliada através da acumulação de biomassa seca. Os procedimentos foram bem documentados em revisões por WATSON (1952), BLACKMAN (1968), e FITTER & HAY (1981) e também por RICHARDS (1969), KVET et al. (1971), EVANS (1972), HESKETH & JONES (1980).

O método tem sido bastante utilizado para a investigação do efeito de fenômenos ecológicos sobre o crescimento, como a adaptabilidade de espécie em ecossistemas diversos, efeitos de competição, e influência de práticas agronômicas sobre o crescimento; além dos fatores intrínsecos que afetam o crescimento e que estão associados com fenômenos fisiológicos básicos, como a fotossíntese, a respiração e processos morfogenéticos entre outros. Ha de se considerar os fatores ambientais associados às

alterações do crescimento das plantas, tais fatores como o suprimento de água, a radiação solar e a temperatura foram os mais estudados (BRIGGS et al. 1920; RADFORD, 1967; BLACKMAN, 1968; CLAWSON, 1983; VIEIRA et al. 1990).

As componentes do crescimento vegetal podem ser explicados por pelo menos dez diferentes equações. Estas componentes são conhecidas como Taxa de Crescimento da Cultura (TCC), Taxa de Assimilação Líquida (TAL), Razão de Área Foliar (RAF), Taxa de Crescimento Relativo (TCR), Razão de Peso Foliar (RPF), Área Foliar Específica (AFE), Taxa de Crescimento Relativo Foliar (TRCF), Taxa de Expansão Relativa da Área Foliar (TERAF), Fator de Partição da Área Foliar (FPAF) e Área Média Por Foliolo (AMPF).

As equações que especificam estas características do crescimento e suas respectivas unidades são:

$$TCC = \frac{dW}{dT} \quad \{g \text{ m}^{-2} \text{ área do solo dia}^{-1}\} \quad (2)$$

$$TAL = \frac{1}{A} * \frac{dW}{dT} \quad \{g \text{ m}^{-2} \text{ área foliar dia}^{-1}\} \quad (3)$$

$$RAF = \frac{A}{W} \quad \{m^2 g^{-1}\} \quad (4)$$

$$TCR = \frac{1}{W} * \frac{dW}{dT} \quad \{g g^{-1} \text{ dia}^{-1}\} \quad (5)$$

$$RPF = \frac{LW}{W} \quad \{g g^{-1}\} \quad (6)$$

$$AFE = \frac{A}{LW} \quad \{m^2 g^{-1}\} \quad (7)$$

$$TRCF = \frac{1}{LW} * \frac{dLW}{dT} \quad \{g g^{-1} \text{ dia}^{-1}\} \quad (8)$$

$$TREA_{F} = \frac{1}{A} * \frac{dA}{dT} \quad \{m^2 m^{-2} dia^{-1}\} \quad (9)$$

$$FPA_{F} = \frac{dA}{dW} \quad \{m^2 g^{-1}\} \quad (10)$$

$$A = \frac{A_f}{S} \quad \{\text{adimensional}\} \quad (11)$$

onde:

T = Tempo (em dia)

W = Fitomassa $\{g m^{-2} \text{área de solo}\}$

A = Índice de Área Foliar $\{m^2 \text{área foliar } m^{-2} \text{área de solo}\}$

LW = Peso seco dos folíolos $\{g m^{-2}\}$

A_f = Área foliar $\{m^2\}$

S = Área do solo correspondente à amostra $\{m^2\}$.

TCC é o acúmulo de matéria seca com o tempo e é aproximadamente igual à fotossíntese da cobertura vegetal por unidade de área de solo. Ela é o resultado da fotossíntese líquida durante as horas claras do dia menos as perdas respiratórias do dia e da noite. Uma vez que a TCC inclui a assimilação de materiais tais como nitrogênio, fósforo, potássio e outros nutrientes vegetais tanto quanto CO₂, TCC não é meramente uma medida das taxas de troca de carbono. Entretanto, a quantidade desses assimilados não carbônicos não é grande, e abrange somente cerca de 10 a 15 por cento do peso seco total (BLACKMAN, 1968). Por conseguinte, TCC pode ser usada com propósitos de comparação como uma medida indireta da fotossíntese.

TAL é o acúmulo de matéria seca por unidade de área foliar durante a estação de crescimento. Assim como TCC, TAL não é uma medida das taxas de trocas de carbono, mas pode ser usada para propósitos comparativos. TAL é uma medida da eficiência fotossintética de uma planta (FITTER & HAY, 1981).

RAF é definida como sendo a razão entre o tecido assimilatório e o peso seco da fitomassa. A área foliar é tida como o órgão assimilatório primário e é, portanto, um dos dois componentes da equação (3). RAF é considerada como uma medida da capacidade fotossintética de uma planta (FITTER & HAY, 1981).

TAL e RAF podem ser combinadas para obter TCR por:

$$TCR = TAL * RAF$$

ou:

$$\frac{1}{W} * \frac{dW}{dT} = \left(\frac{1}{A} * \frac{dW}{dT} \right) * \frac{A}{W} \quad (12)$$

TCR descreve a fase exponencial do crescimento de uma planta anual. Nos cálculos de TCR assume-se que novo crescimento é simplesmente uma função da matéria seca existente. TCR é uma medida da eficiência da produção de nova matéria seca sobre a já existente.

RPF é a razão entre o peso seco dos folíolos e o peso seco total da planta, isto é, a fração da fitomassa total na forma de folhas (EVANS, 1972). RPF identifica a porcentagem de tecido assimilatório na fitomassa total.

AFE é a razão entre a área foliar e o peso seco das folhas. Ela é uma medida da expansão média da folha, em área, por unidade de peso seco foliar. AFE indiretamente define a densidade ou espessura das folhas. AFE e RPF podem ser combinadas para obter RAF por:

$$RAF = AFE \times RPF$$

ou

$$\frac{A}{W} = \frac{A}{LW} * \frac{LW}{W} \quad (13)$$

Para TRCF existe uma definição que é similar à TCR, mas TRCF aplica-se apenas ao crescimento das folhas. Assim, TRCF implica que o novo crescimento foliar é estritamente uma função do tecido foliar existente.

Matematicamente, TERAf tem forma semelhante à TCR e TRCF, e explica a expansão de nova área foliar baseada na área foliar anterior.

FPAF explica a mudança na área foliar como uma função da mudança na fitomassa total. é portanto uma medida da quantidade de novos fotossintatos disponíveis para a expansão da área foliar.

TERAF é obtida pela multiplicação de FPAF por TAL, desta forma tem-se:

$$\text{TERAF} = \text{FPAF} \times \text{TAL}$$

ou

$$\frac{1}{A} * \frac{dA}{dT} = \frac{dA}{dW} * \left(\frac{1}{A} * \frac{dW}{dT} \right) \quad (14)$$

AMPF é definida como sendo a área média por folíolo da planta inteira (BLAD & BAKER, 1972). A variável geralmente é usada para comparação de cultivares. O seu significado fisiológico específico ainda não foi estabelecido.

Tradicionalmente, muitas destas funções foram calculadas como uma taxa média entre grandes variações, exceto colheitas descontínuas. Cálculos precisos das taxas médias de crescimento requerem algumas repetições para reduzir o erro de estimativa. Como resultado, em muitos estudos as coletas de amostras de plantas são realizadas semanalmente ou a cada duas semanas em virtude do grande trabalho requerido. A integração de algumas das equações para obter taxa de crescimento médio, também conduz para o uso de certos conceitos errôneos. Por exemplo, integrando a equação (2) de acordo com RADFORD (1967) tem-se:

$$TAL = \frac{(W_2 - W_1)}{(A_2 - A_1)} * \frac{(\ln A_2 - \ln A_1)}{(T_2 - T_1)} \quad (15)$$

onde os subscritos representam a amostragens nos tempos T_1 e T_2 . Para resolver (15), se deve assumir (incorretamente) que A e W estão linearmente correlacionados. Em virtude da relação de A e W não ser facilmente computada, RADFORD (1967) sugeriu que fossem determinadas equações independentes para A e para W com o passar do tempo. A adequação das equações para A, LW, e W por meio de regressão também leva em conta amostragens mais freqüentes desses componentes de fitomassa usando um pequeno número de repetições que podem ser requeridas para o cálculo das taxas médias de crescimento.

Existe uma hierarquia de importância no grande número de características do crescimento. TCR e os parâmetros fotossinteticamente embasados como TCC e TAL foram os mais intensamente estudados. Em pesquisas relativamente recentes essas variáveis foram correlacionadas com outras variáveis básicas da fisiologia tais como mudanças nas taxas de carbono.

Durante as três últimas décadas tem havido considerável atividade de pesquisa, em diversas culturas, envolvendo técnicas de análise de crescimento para vários propósitos, dos quais passaremos a citar alguns deles.

BUTTERY (1969) utilizou-se da TCC, TAL, TCR e TCFR para estudar os efeitos da densidade de plantio e níveis de nitrogênio na cultura da soja.

BUTTERY (1970) utilizou-se da TCC, TAL, TCR e RAF para explicar os efeitos de variações do índice de área foliar (IAF) na cultura da soja.

BLAD & BAKER (1972) compararam cultivares de soja utilizando-se do índice de crescimento AMPF.

BUTTERY & BUZZELL (1972) fizeram uso dos índices TAL, RAF, TCR, 1/AFE e TCFR para identificar e explicar diferenças entre cultivares de soja.

ENYI (1977) fez uso do IAF para estudar os efeitos da densidade de plantio sobre a cultura do amendoim.

SIVIKUMAR & SHAW (1978) compararam métodos de cálculos (médias versus regressão) fazendo uso dos índices TCC, TAL, TCR, e TCFR para a cultura de soja.

DUNCAN et al. (1978) usaram a TCC de cultivares de amendoim com a finalidade de compará-las quanto ao aspecto de partição de assimilados.

YOUNG et al. (1979) identificaram diferenças intervarietais de amendoim fazendo uso da TCC.

CLAWSON (1983) fez comparações em cultivares de soja fazendo uso dos índices TCC, TAL, RAF, TCR, RPF, AFE, TRCF, TERAFF, FPAF e AMPF.

SIVIKUMAR & SARMA (1985) empregaram o IAF para avaliar estresse hídrico nas diversas fases do crescimento do amendoim.

A TERAFF foi utilizada por ONG (1985) para avaliar diferenças de potenciais de água nas folhas do amendoim.

BOOTE et al. (1985) empregaram a TCC e o IAF para modelagem do crescimento e da produção de cultivares de amendoim.

BELL et al. (1992) estudaram os efeitos da temperatura sobre a eficiência de uso da radiação e trocas gasosas na cultura do amendoim e tomaram como referência a TCC.

WRIGHT et al. (1994) para estudarem a eficiência de uso de água e trocas gasosas na cultura do amendoim usaram como referências a TCR e a AFE.

Comparando os efeitos de várias lâminas de irrigação SILVA et al. (1995) embasaram-se nas TCC e TCR.

A análise do crescimento tem a vantagem de poder representar o crescimento e desenvolvimento de uma cultura ao longo de todo ciclo vital mediante o controle das variáveis que são susceptíveis de modificar-se com o tempo e são fáceis de quantificar (biomassa, área foliar entre outros); além disso, mediante os índices de crescimento convencionais (TCC, TCR, TAL, etc.), obtidos dos parâmetros anteriores, é possível, também, avaliar as relações entre os diversos fenômenos biológicos que interessam, assim como a ação do ambiente, variedade ou prática cultural, por exemplo irrigação, sobre eles, conforme as citações anteriores.

As bases metodológicas da análise de crescimento se estabeleceram com os primeiros trabalhos realizados no início do século por (GREGORY, 1918; BLACKMAN, 1919; BRIGGS et al. 1920), sendo objeto, posteriormente de numerosos estudos e controvérsias (VERNON & ALLISON, 1963; RADFORD, 1969). Hoje em dia pode-se afirmar que coexistem dois tipos de técnicas dentro desta metodologia, a “clássica” e a “funcional” ou “dinâmica”.

O método clássico se apoia na estimativa dos valores médios das variações dos dados de crescimento (fitomassa, IAF, etc.) em intervalos de tempo fixados por duas amostras sucessivas ao longo do ciclo biológico da cultura, enquanto que o método funcional (ou dinâmico) consiste em adaptar uma função matemática do tipo logístico ou de outra natureza (polinomial, exponencial, etc.) aos dados de crescimento, e delas derivar os diversos índices de crescimento (RADFORD, 1969; BUTTERY, 1969; RICHARDS, 1969; HUNT, 1978, 1979).

2.6. Avaliações ecofisiológicas

O déficit hídrico que ocorre na planta sob determinadas condições é o resultado de uma complexa combinação de fatores edáficos, biológicos e atmosféricos.

Tanto para a agricultura irrigada quanto para a de sequeiro, existe a necessidade de se aprofundar o conhecimento da influência do déficit hídrico sobre o crescimento, desenvolvimento e produção dos vegetais. A compreensão dos efeitos que a longo prazo um déficit hídrico, ou um estado de seca, produz na fisiologia das plantas (fotossíntese, transpiração, respiração, absorção de nutrientes minerais, reações metabólicas e anatômicas, entre outras) e em seus rendimentos há de contribuir de forma significativa para melhorar a eficiência, o manejo e a aplicação de água de irrigação, (MAÑAS & VALERO, 1993).

Na base de todo estudo centrado nas relações água-planta se encontra a definição do estado hídrico da planta. Hoje em dia, as principais variáveis que são utilizados para definir o estado hídrico dos vegetais podem ser agrupados em duas categorias: a) as expressões diretas, e b) as expressões indiretas. No primeiro bloco, se distinguem os que medem a quantidade de água contida nos órgãos vegetais, tais como a umidade ponderal (Hp), o conteúdo relativo de água (CRA) e o déficit de saturação hídrica (DSH), assim como as variáveis que expressam seu estado energético. Dentro do segundo grupo, podem ser citados a resistência estomática e a relação entre a evapotranspiração e a evaporação

$$\left(\frac{ET}{EP}\right)$$

As variações da difusão observadas nos poros estomáticos se dão em respostas a diversos estímulos externos, dos quais os mais importantes são a temperatura, a concentração de dióxido de carbono, a intensidade luminosa e o suprimento hídrico, destes destacam-se a radiação absorvida pelas folhas e o estado hídrico das mesmas.

MAÑAS & VALERO, (1993) afirmam que se uma planta perde água porque a transpiração é superior à absorção, origina-se de modo gradual um déficit que tende a ocasionar o fechamento dos estômatos; quando se melhora o balanço de água, os estômatos se abrem e a resistência à difusão diminui. Assim, como que num jogo de abertura e fechamento dos estômatos pode estabelecer-se uma regulação das perdas de água do vegetal, e como consequência o grau de abertura destes pode constituir um índice do estado hídrico da planta.

Existem muitas diferenças entre as espécies vegetais com respeito ao grau de estresse hídrico no qual os estômatos se fecham.

De acordo com MILLAR et al. (1971), os estômatos da cebola se abrem e fecham num estreito intervalo de potencial hídrico, de -0,3 a -0,7 MPa. Outras plantas, pelo contrário, o fazem num intervalo amplo de potencial hídrico foliar e de déficit de saturação hídrica.

Por outro lado, segundo TURNER & BEGG, 1969; JONES & RAWSON, 1979; HALL, 1982 e MAÑAS & VALERO, 1993; não existe uma relação geral entre a condutância estomática e o potencial hídrico foliar.

Diversos estudiosos do assunto afirmam que a luz e a água são os dois fatores ambientais que têm, provavelmente, os maiores efeitos no comportamento dos estômatos (TURNER & BEGG, 1973, 1974; TURNER, 1974; SINCLAIR et al. 1975).

Também, autores como WAGGONER & TURNER (1972), TURNER & BEGG (1973), MONTEITH (1975), JUNG & SCOTT (1980) e ARAÚJO (1984), registraram que outros fatores inerentes à própria planta, como a dimensão, o número por unidade de área foliar e a distribuição dos estômatos nas folhas, conferem variações na resistência estomática, e são dependentes da espécie, da cultivar, da sua posição na folha, da

posição das folhas na planta, das condições ambientais, e se a superfície da folha é abaxial ou adaxial.

DUBÉ et al. (1974), afirmam que quando o potencial da água no solo é baixo, a abertura dos estômatos não é mais função da radiação solar e sim do potencial da água na folha, a qual é dependente da umidade do solo.

Assim, autores como LAWLOR & MILFORD (1975) sugerem recorrer à irrigação intermitente para reduzir ou mesmo evitar o déficit hídrico do meio dia e reduzir a temperatura das folhas.

Está demonstrado (RASCHKE, 1975) que tanto a abertura dos estômatos quanto seu fechamento estão estreitamente correlacionados com a intensidade luminosa, entretanto, não está claro se este fator opera diretamente ou o faz fundamentalmente através das mudanças na concentração interna do dióxido de carbono que produz o processo de fotossíntese (KRAMER, 1983).

O grau de estresse hídrico desenvolvido nas plantas está estreitamente relacionado com a taxa de transpiração, que por sua vez depende da energia disponível.

MAÑAS & VALERO (1993), após extensa revisão sobre o assunto, concluíram que, em geral, o estresse hídrico do meio dia é mais severo em climas secos. Embora sabendo-se de sua importância, os efeitos do estresse hídrico produzido ao meio dia nunca foram completamente avaliados e esclarecidos.

2.7. Estresse e “Strain”

Segundo LEVITT (1972), para o agricultor, as plantas que sobrevivem às severidades ambientais são Resistentes e as que não resistem são Sensíveis. O cientista, entretanto, requer uma terminologia mais quantitativa. Portanto, nas recentes décadas, os

biologistas tem adotado o termo estresse para qualquer fator ambiental desfavorável aos organismos vivos, e o termo resistência ao estresse para a capacidade ou habilidade da planta sobreviver ao fator desfavorável. Porém, falta conceitos.

De acordo com a lei de Newton do movimento, a força é sempre acompanhada de uma contra-força. As duas forças são chamadas de ação e reação e são partes de um todo inseparável conhecido como Estresse - Strain. Quando sujeito a um estresse, um corpo entra ou pode entrar num estado de "Strain". O "Strain" pode ser do tipo elástico (reversível) ou plástico (irreversível).

Biologicamente o estresse difere do mecânico de duas maneiras principais:

1. Uma vez que a planta é capaz de colocar "barreiras" entre sua matéria e o estresse ambiental, o estresse deve ser medido não em unidade de força porém em unidade de energia.
2. O termo estresse em biologia sempre tem conotação de possível injúria, isto é, de irreversível ou "strain" plástico.

Um estresse biológico pode, portanto, ser definido como qualquer fator ambiental capaz de induzir uma "Strain" potencialmente injurioso ao organismo vivo. Uma vez que o estresse biológico não é necessariamente uma força, o "strain" biológico não é necessariamente uma variação de dimensão. O organismo vivo, pode, portanto, apresentar strain físico ou variação (cessação da corrente citoplasmática) ou um "strain" químico (uma mudança no metabolismo).

Se o estresse é suficiente em intensidade e duração para causar a morte do tecido meristemático individual da planta, o crescimento normal jamais será atingido, logo o "strain" é plástico. O "strain" elástico só ocorre quando o stress ocorre, já o plástico, mesmo depois que o estresse desaparece, o "strain" permanece na planta ou seja, jamais ela

voltará a situação normal. Tudo vai depender do grau da força do estresse, porém é difícil estimar o estresse, LEVITT (1972).

3 - MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo nos anos de 1994 e 1995, na Estação Experimental da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF), situada no município de Rodelas, BA cujas coordenadas geográficas são 08°50' S de latitude; 38°46' W de longitude e altitude de 270 m.

De acordo com a classificação de Köppen o clima local é do tipo BSwh, correspondente a um clima muito quente, semi-árido e com estação chuvosa limitada aos meses de janeiro a abril, sendo que as precipitações são incertas e mal distribuídas. Na tabela 1 são apresentados informações climáticas descendiais de temperaturas máximas (T_{máx}), mínima (T_{mín}) e média do ar (T_{méd}), umidade relativa do ar (UR), total de precipitação (P), evaporação média no Tanque Classe A (ECA) e velocidade média do vento (V_v), a 0,50m da superfície do solo, dos meses de agosto a dezembro, correspondentes ao período de execução do trabalho. Observa-se que a temperatura máxima variou de 29,8 a 35,9 °C, a mínima de 19,7 a 23,6 °C, a média de 24,9 a 29,1 °C, a umidade relativa do ar de 43 a 57%, a precipitação total de 0,5 a 9,0 mm, a evaporação do Tanque Classe A de 7,3 a 11,3 mm e a velocidade do vento de 1,61 a 2,92 m/s.

O solo classificado como Regossol de textura arenosa, cujas características físico-hídrica e químicas são apresentadas nas tabelas 2 e 3. Os dados foram determinados

no Laboratório de Salinidade do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal da Paraíba-UFPb.

Preparo do solo

O preparo do solo, dado às suas condições de estrutura e textura, foi feito por meio de duas gradagens cruzadas, usando-se, para isto, uma grade leve de discos.

Cultivar

A Cultivar objeto do estudo foi a BR-1, sugerida para plantio pelo Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (CNPQ), Unidade Descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) para as condições de sequeiro. Pertencente ao grupo Valência, possui haste principal com 35 cm, arroxeadada, com seis ramos laterais. As folhas são de tamanho médio e de coloração verde-escuro característico. As flores possuem estandarte amarelo ouro, enervações de coloração vinho ao centro e apresenta as seguintes características agrônômicas e tecnológicas em condições de sequeiro:

Ciclo (dias após a emergência - DAE)	98
Início da floração (DAE)	22
Peso de 100 vagens (g)	148
Peso de 100 sementes (g)	48
Vagem chocha (%)	12
Sementes perfeitas (%)	84
Rendimento em casca (kg/ha)	1700
Rendimento em sementes (kg/ha)	1250
Rendimento em sementes (%)	72
Teor de óleo (%)	45

Plantio

O plantio foi realizado no dia 06/08/94 e no dia 14/09/95, para os 1º e 2º anos, respectivamente, usando-se 12 a 15 sementes por metro linear de sulco, enterrando-as a uma profundidade de 3 a 5 cm, em sulcos com espaçamento de 0,50 m.

Tratos culturais

Realizou-se um desbaste aos 25 dias após a sementeira para deixar 10 plantas/m. Desta forma obteve-se uma densidade populacional de aproximadamente 200.000 plantas por hectare.

TABELA 1 - Valores médios descendais de temperatura máxima ($T_{máx}$), temperatura mínima ($T_{mín}$) e temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), total de precipitação (P), evaporação no tanque classe A (ECA) e velocidade do vento (V_v).

Período	$T_{máx}$ (°C)	$T_{mín}$ (°C)	$T_{méd}$ (°C)	UR (%)	P (mm)	ECA (mm/dia)	V_v (km/h)
01-10/09/95	29,8	20,1	24,9	57	0,0	8,3	10,5
11-20/09/95	31,2	19,7	24,5	50	0,5	9,5	9,4
21-30/09/95	32,3	21,3	26,8	50	0,0	10,0	10,1
01-10/10/95	34,4	20,6	27,5	44	0,0	10,5	7,0
11-20/10/95	33,9	21,6	27,8	45	0,0	11,5	9,2
21-31/10/95	34,6	21,8	28,2	43	0,0	11,3	8,6
01-10/11/95	33,6	21,9	27,7	48	0,0	10,9	10,1
11-20/11/95	35,9	22,9	29,4	47	0,0	11,2	7,7
21-30/11/95	32,9	23,0	27,9	57	9,0	7,3	5,8
01-10/12/95	34,6	23,6	29,1	45	0,0	10,1	6,3

TABELA 2 - Características químicas do solo da área experimental à profundidade de 0,20m. (CODEVASF), Rodelas-BA

complexo sortivo (meq/100g de solo)									
Ca	Mg	Na	K	S	Al	pH	P (ppm)	N (%)	M.O.(%)
1,78	0,65	0,06	0,003	2,5	0,1	6,48	3,74	0,03	0,55

TABELA 3 - Características Físico-hídricas e granulometria do solo da área experimental. (CODEVASF), Rodelas-BA.

Profundidade	CC	PM	Da	Areia	Silte	Argila
(cm)	(%)		(g/cm ³)	(%)	(%)	(%)
0 - 20	3,00	1,16	1,45	88,00	4,69	7,31
20 - 40	2,33	1,34	1,49	89,01	2,67	8,32
40 - 60	2,68	1,31	1,50	89,07	1,63	9,29
60 - 80	2,53	1,31	1,49	89,07	1,64	9,29

As ervas invasoras foram controladas com o uso de herbicidas aplicados em pré-emergência, associados ao cultivo mecânico com o uso de enxadas nas fases mais avançadas da cultura, sempre que houve necessidade;

O controle das pragas e das doenças foi realizado de acordo com as recomendações de SILVA et al. 1993;

A colheita, manual, realizou-se aos 98 e 91 dias após a semeadura (DAS), nos anos de 1994 e 1995, respectivamente.

Sistema de irrigação

Todas as parcelas foram uniformemente irrigadas até o vigésimo quinto dia após a semeadura (DAS), quando então foram implantados os tratamentos. A partir desta data a irrigação foi realizada de maneira diferenciada, e o sistema adotado foi o de sulco em nível, fechado nos extremos, com adução de água por tubos janelados, espaçados de 0,50 m. Para um controle mais eficiente das lâminas aplicadas, fez-se uso de um hidrômetro, com precisão de um litro.

Variáveis analisadas

A - Variáveis ecofisiológicas

Resistência estomática

Transpiração foliar

Radiação fotossinteticamente ativa (PAR)

Fitomassa

B - Variáveis de crescimento vegetal

Taxa de crescimento da cultura (TCC)

Taxa de assimilação líquida (TAL)

Razão de área foliar (RAF)

Taxa de crescimento relativo (TCR)

Razão de peso foliar (RPF)

Área foliar específica (AFE)

Índice de área foliar (IAF)

C - Variáveis agro-industriais

Produtividade de amendoim em casca

Produtividade de sementes

Teor de lipídios totais

Peso de 100 sementes

Peso de 100 vagens

Relação sementes/amendoim em casca

Percentagem de sementes perfeitas

Percentagem de vagens chochas

Coleta dos dados

A resistência estomática foi obtida através de um porômetro de equilíbrio dinâmico. Esse porômetro mede diretamente a resistência estomática, elimina curvas de calibração e faz em torno de 200 medições por hora. O equipamento, na realidade, mede a taxa de transpiração em equilíbrio dinâmico de uma folha no interior de uma câmara.

A transpiração da folha foi obtida com o uso do sistema portátil de medições de fotossíntese da LI-COR modelo LI-6000, nas mesmas plantas, folhas e horas das

observações da resistência estomática, temperatura da folha e radiação fotossinteticamente ativa, bem como da temperatura do ar.

A temperatura da folha foi medida usando-se um termopar de chromel-constantan em contato com a folha. Esse termopar é parte integrada do porômetro.

Todas medidas foram realizadas no limbo da terceira folha a partir do topo da planta num total de 6 observações em cada amostragem para cada tratamento.

A radiação fotossinteticamente ativa incidente sobre a superfície foliar foi medida através de um sensor quântico LI-190-1 acoplado ao porômetro. Esse sensor mede o quantum de fótons em $\mu\text{E}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ dentro da faixa de 400 a 700 nm, num intervalo que vai de 0 a 2500 $\mu\text{E}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$. De 0 a 250 $\mu\text{E}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$, a resolução do instrumento é de $1\mu\text{E}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$, e de 250 a 2500 $\mu\text{E}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ é de $10\mu\text{E}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$, com precisão em torno de 5%.

O conteúdo de água na planta foi determinado quinzenalmente pela coleta de 20 plantas por tratamento, obtendo-se seu peso fresco e em seguida após secarem em estufa a 70°C por 24 ou 48 horas determinou-se o peso seco de cada amostra.

Monitoramento da umidade do solo

Durante o ciclo da cultura, o monitoramento da umidade do solo foi realizado nas profundidades (20, 40 e 60 cm), e sua determinação feita pelo método gravimétrico.

Medições climatológicas

As medições climatológicas compreendem as medições realizadas com os instrumentos localizados no interior do abrigo meteorológico, tais como: termômetros de máxima e mínima, e psicrômetro; anemômetro totalizador, tanque classe A e pluviômetro.

Essas medidas foram realizadas nos horários das 09:00, 12:00 e 15:00 horas local. A temperatura do ar foi registrada nos mesmos horários que foram realizadas as observações das resistências estomáticas.

Variáveis de crescimento

A evolução da cultura do amendoim foi acompanhada e analisada através de dados relativos à variação da duração de cada estágio de desenvolvimento, e da evolução do índice de área foliar (IAF) e produção de fitomassa. Semanalmente foram coletadas vinte plantas por tratamento (5 plantas por repetição) para determinação da biomassa seca e do índice de área foliar (IAF). As plantas tiveram suas partes separadas em folhas, hastes e frutos que, em seguida, foram colocados em estufa a $65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}$, até fornecerem peso seco constante. A área foliar foi obtida pela expressão: $AF = 2,023 * PSF^{0,97}$ com $R^2 = 0,97^{**}$ determinada por MA et al. (1992) para a cultura do amendoim.

Análise de crescimento

Ajustamento dos Valores Primários

Foram efetuadas as análises de variância e de regressão curvilínea das médias de peso da matéria seca total (W_t), matéria seca das folhas (W_f) e área foliar (A_f), bem como matéria seca acumulada nas raízes (W_r), ramos (W_a) e vagens (W_v). Procurou-se chegar ao polinômio que melhor se ajustasse aos dados primários, de acordo com RICHARDS (1969). Curvas logísticas foram ajustadas aos dados de matéria seca total (W_t), assim como para os demais valores primários, por meio de um programa iterativo, usando o método Quasi-Newton, para minimizar a variância residual. As equações empregadas foram:

$$W = \frac{a}{(1 + \exp^{-(b+c*t)})}; \quad \text{e} \quad A_f = \frac{a'}{(1 + \exp^{-(b+c*t)})},$$

sendo a e a' as estimativas assintóticas do crescimento máximo, em peso e área, respectivamente, b e c constantes de ajustamentos, e t , o tempo em dias.

Para se obterem os valores instantâneos da taxa da produção de matéria seca (C_t) e da taxa de crescimento da área foliar (C_A), foram empregadas as derivadas das equações ajustadas de W_t e A_f em relação ao tempo, respectivamente (RADFORD, 1967; RICHARDS, 1969).

Os valores instantâneos da taxa de crescimento relativo (R_w) e da taxa de crescimento relativo da área foliar (R_a) foram obtidos pelas fórmulas $R_w = \frac{C_t}{W_t}$ e

$R_a = \frac{C_A}{A_f}$. Para calcular a taxa assimilatória líquida (E_A), foram usados os valores

instantâneos de C_t e A_f , empregados na equação $E_A = \frac{C_t}{A_f}$.

A razão de área foliar (F_A), a área foliar específica (S_A) e a razão de peso foliar (F_w) foram obtidos a partir de valores instantâneos de A_f , W_t e W_f , usados nas equações de $F_A = \frac{A_f}{W_t}$; $S_A = \frac{A_f}{W_f}$; $F_w = \frac{W_f}{W_t}$, de acordo com RADFORD (1967).

Avaliações agro-industriais

Os efeitos do estresse hídrico mais visíveis são a redução do tamanho da planta, da superfície foliar, e quedas no rendimento quantitativo.

Assim sendo, após a colheita, foi avaliada a influência das lâminas de irrigação e intervalos de irrigação sobre a produção de amendoim em casca, produção de grãos, rendimento relativo (sementes/vagens), peso de 100 sementes, peso de 100 vagens,

percentagem de sementes perfeitas, percentagem de vagem chocha e teor de óleo (%). Foram feitas, ainda, determinações da eficiência do uso de água, índice de colheita e funções de produção.

Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com esquema de análise fatorial 3×3 , sendo os fatores (três lâminas e três intervalos de irrigação) e 4 repetições. Cada unidade experimental foi constituída de 10 fileiras de plantas espaçadas 0,5 m, com 6 m de comprimento, cuja área total de 30 m^2 ($5 \text{ m} \times 6 \text{ m}$), tendo como parcela útil as duas fileiras centrais com área de 6 m^2 . Foram realizadas análise de variância, análise de correlação simples, análise de regressão através de polinômios ortogonais (regressão polinomial) e regressão não linear nos parâmetros do modelo, usando-se o método iterativo de Marquardt. Foram, também, realizadas análises conjunta para os dados de produção usando-se o modelo de split-plot, tendo com parcela principal os fatores lâminas e intervalos de irrigação e como sub-parcela os anos 1994 e 1995. Na determinação das funções de produção e superfícies de respostas foram usados os softwares S.A.S. (Statistical analysis system) versão 6 de 1994 e Embrapa/NTIA versão 4.21 de 1995.

Após a análise dos resultados, verificou-se que para todas as variáveis estudadas, os resultados foram semelhantes nos dois anos de condução do experimento, e em consequência disso serão apresentados e discutidos apenas os resultados obtidos no ano de 1995.

Tratamentos adotados:

- 1 - Lâmina de 700 mm e intervalo de irrigação de 2 dias;
- 2 - Lâmina de 700 mm e intervalo de irrigação de 4 dias;
- 3 - Lâmina de 700 mm e intervalo de irrigação de 6 dias;
- 4 - Lâmina de 500 mm e intervalo de irrigação de 2 dias;
- 5 - Lâmina de 500 mm e intervalo de irrigação de 4 dias;
- 6 - Lâmina de 500 mm e intervalo de irrigação de 6 dias;
- 7 - Lâmina de 300 mm e intervalo de irrigação de 2 dias;
- 8 - Lâmina de 300 mm e intervalo de irrigação de 4 dias;
- 9 - Lâmina de 300 mm e intervalo de irrigação de 6 dias.

Modelo matemático da ANOVA para as análises fatorial:

$$Y_{ijk} = \mu + L_i + T_j + (LT)_{ij} + B_k + \xi_{ijk}$$

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise de Crescimento

4.1.1. Valores primários do crescimento

Os valores primários do crescimento (fitomassa total e área foliar) estão ilustrados nas Figuras 1 a 5. As produções de fitomassa total e IAF do amendoim obtidas nos diferentes tratamentos hídricos, variaram de acordo com a lâmina e o intervalo de irrigação, sendo que o maior valor alcançado da fitomassa foi de 684,06 g/m² no tratamento que recebeu 700mm com intervalo de 4 dias e o menor, 336,78 g/m², foi obtido no tratamento que recebeu 300mm com intervalo de 6 dias.

Quanto a área foliar e índice de área foliar (IAF), verificou-se que foi máximo, (5,35), no tratamento 700mm/4 e os valores mínimos foram obtidos nos tratamentos de menor disponibilidade hídrica (300mm). A deficiência de água no solo inibe a expansão foliar e a alongação dos ramos (SLATYER, 1955; ALLEN et al. 1976; VIVEKANANDAN & GUNASENA, 1976).

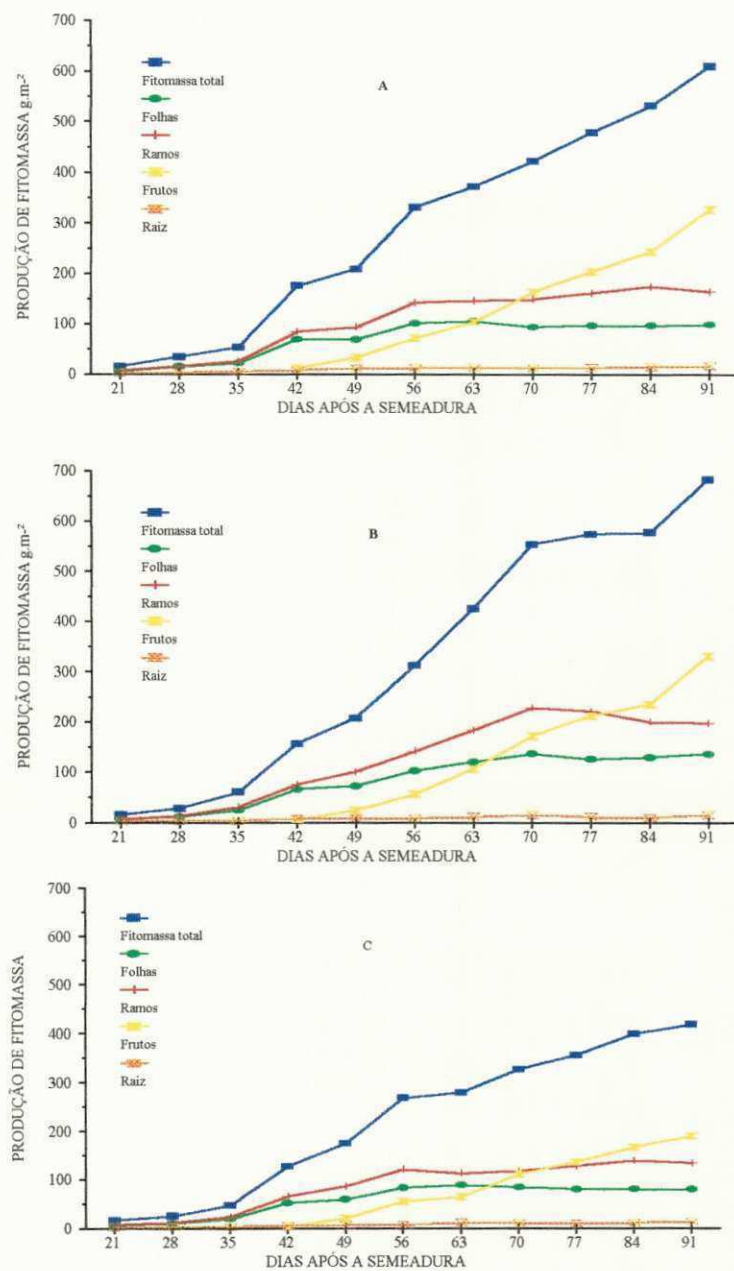


FIGURA 1. Influência do intervalo de irrigação (A 2 dias, B 4 dias, C 6 dias) para a lâmina de 700mm sobre a produção de fitomassa em partes da planta de amendoim. Rodelas, BA.

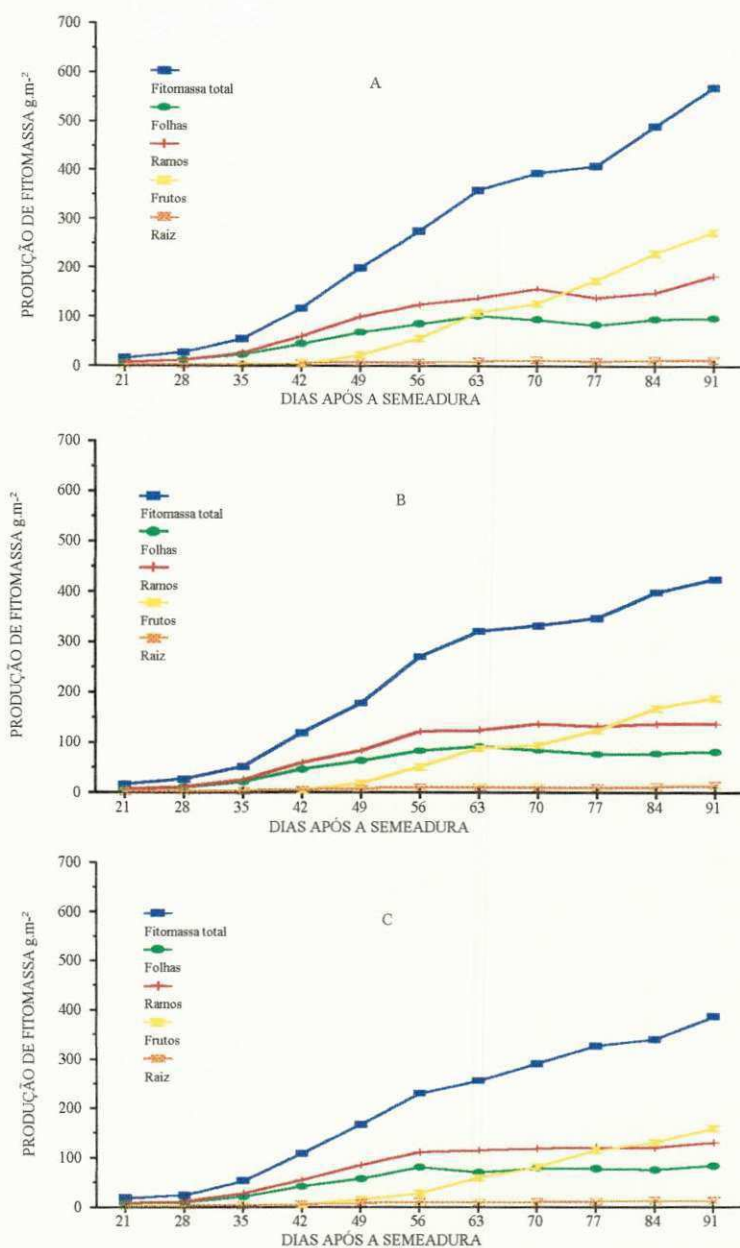


FIGURA 2. Influência do intervalo de irrigação (A 2 dias, B 4 dias, C 6 dias) para a lâmina de 500mm sobre a produção de fitomassa em partes da planta de amendoim. Rodelas, BA.

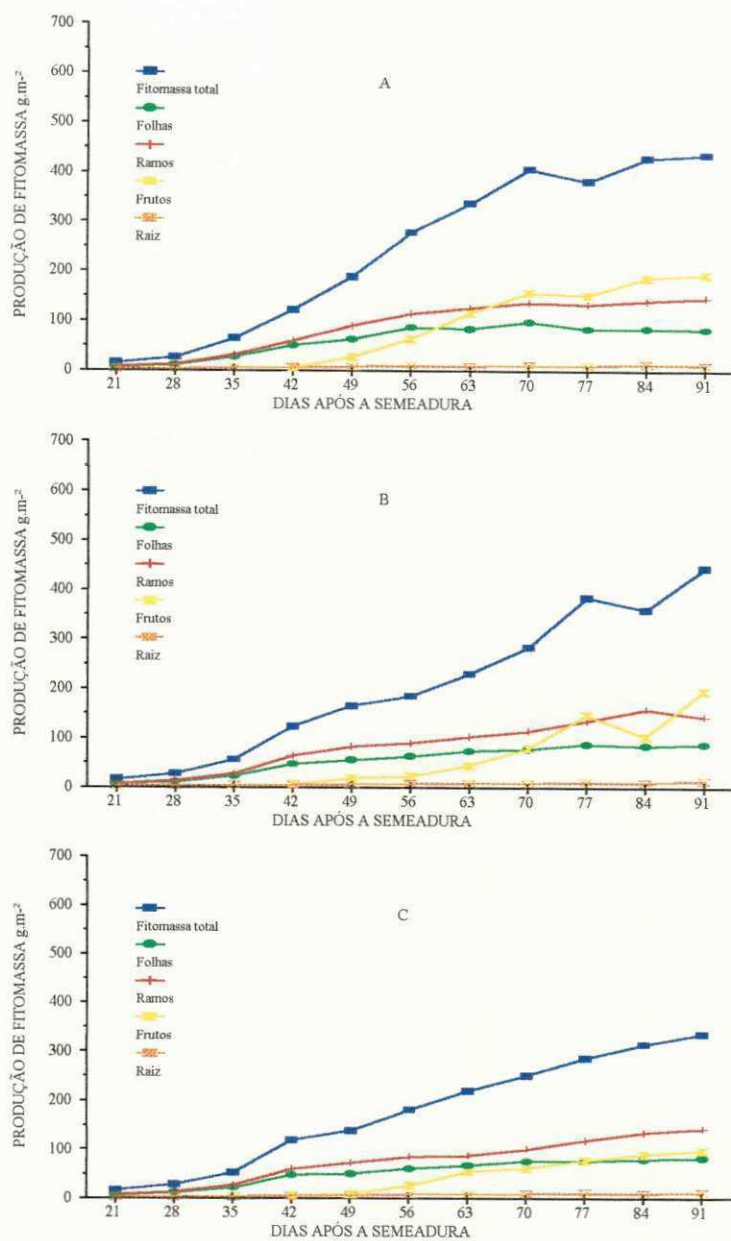


FIGURA 3. Influência do intervalo de irrigação (A 2 dias, B 4 dias, C 6 dias) para a lâmina de 300mm sobre a produção de fitomassa em partes da planta de amendoim. Rodelas, BA.

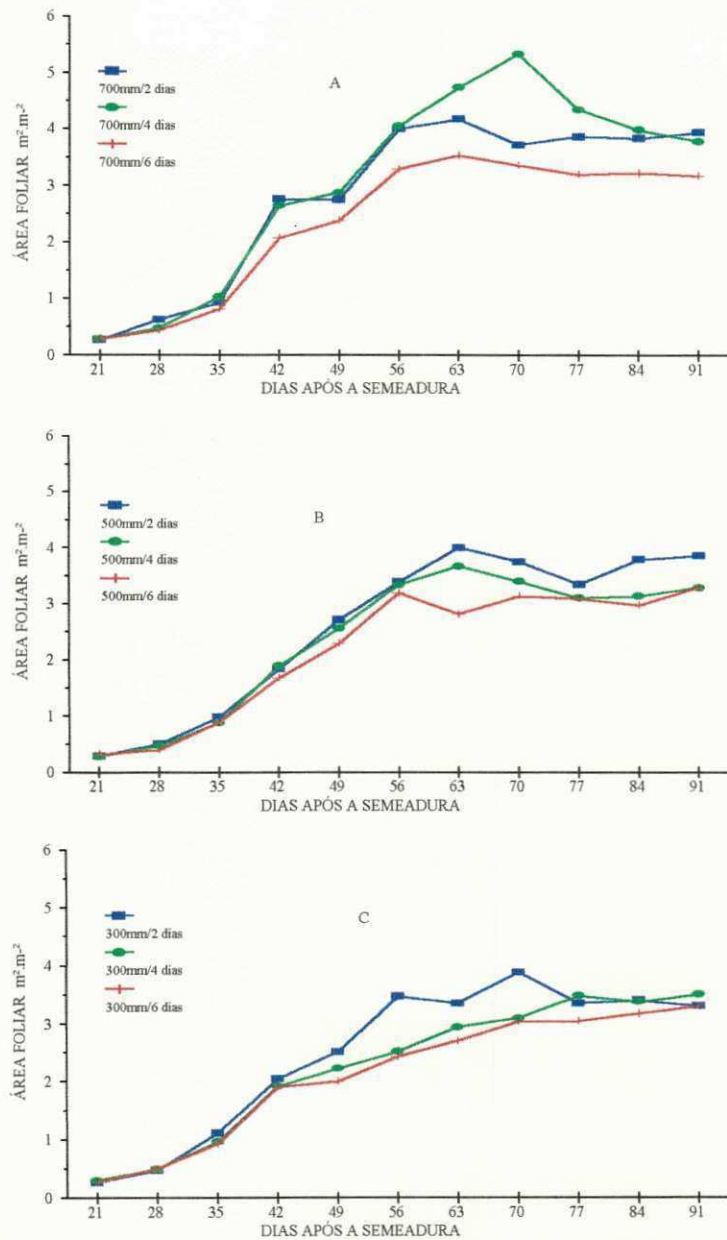


FIGURA 4. Influência de intervalos dentro de lâmina de irrigação sobre a área foliar do amendoim [A 700mm/(2 - 4 e 6 dias)], [B 500mm/(2 - 4 e 6 dias)], [C 300mm/(2 - 4 e 6 dias)]. Rodelas, BA.

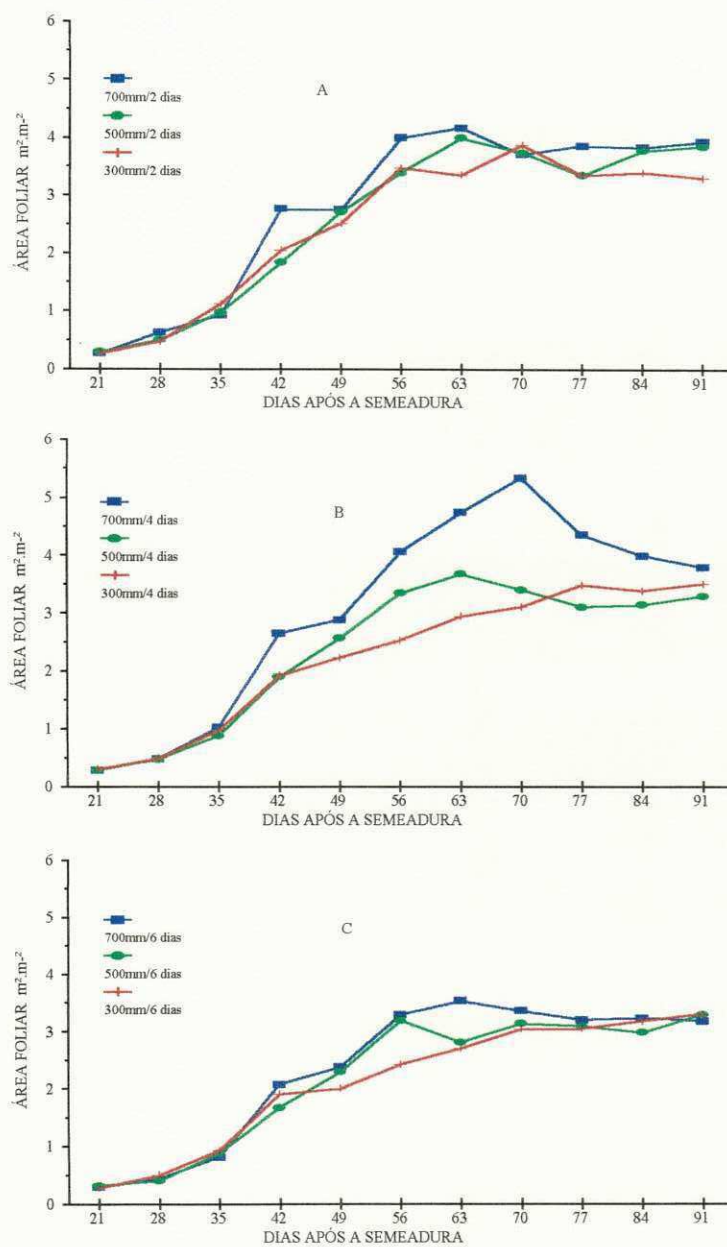


FIGURA 5. Influências de lâmina dentro de intervalo de irrigação sobre a área foliar de amendoim (A 700, 500 e 300mm por 2, dias; B 700, 500 e 300mm por 4 dias; C 700, 500 e 300mm por 6 dias). Rodelas, BA.

Em diversos estudos foram confirmados a redução na produção de fitomassa provocada por deficiência hídrica (FOURRIER & PREVOT, 1958; OCHS & WORMER, 1959; SU et al. 1964; LENKA & MISRA, 1973; STANSELL et al. 1976; PALLAS et al. 1979; SIVAKUMAR & SARMA, 1986).

A partição de fitomassa, no início e no final do ciclo, expressa como a percentagem entre as várias partes da planta, encontram-se na TABELA 4. Observa-se por esta tabela que a raiz participa, no início (21 DAS) com 14 a 18% do total, e com apenas 2 a 4% na época da colheita. Estes valores são condizentes com os dados obtidos por outros autores (McCLOUD, 1974; PATTEE & YOUNG, 1982).

Diversos autores ao realizarem análise de crescimento do amendoim, não computam o peso das raízes alegando que sua participação é desprezível para a formação da fitomassa total. Mas, desprezar 18% da matéria seca das raízes, é superestimar a matéria seca das folhas, ramos e estruturas de reprodução, levando a interpretações e conclusões equivocadas quanto às diversas características do crescimento (TCC, TAL, RAF, RPF, TCR, entre outras), e a partição de assimilados.

A matéria seca das estruturas reprodutivas (ginóforos, vagens imaturas e vagens maduras) representaram 54% da matéria seca total no tratamento 700mm/2 dias e apenas 29% no tratamento 300mm/6 dias, sendo que cerca de 20% da matéria seca das estruturas reprodutivas do tratamento 700mm/2 dias eram compostos por ginóforos e vagens imaturas, enquanto que nos demais tratamentos a percentagem de ginóforos e vagens imaturas foi inferior a 8%, indicando que tanto a quantidade quanto a distribuição da água tem influência marcante no desenvolvimento e no crescimento vegetal, influenciando na partição de assimilados.

TABELA 4. Partição da fitomassa em função das lâminas e intervalos de irrigação

Tratamento	Distribuição da Matéria Seca (%) por Partes da Planta							
	FOLHAS		RAMOS		PEG+VAGENS		RAÍZES	
	21 DAS	91 DAS	21 DAS	91 DAS	21 DAS	91 DAS	21 DAS	91 DAS
700/2	41	16	44	27	0,0	54	15	3
700/4	40	20	41	29	0,0	49	18	2
700/6	39	19	44	32	0,0	45	17	3
500/2	41	17	43	32	0,0	48	15	2
500/4	40	20	44	32	0,0	44	16	4
500/6	41	22	45	34	0,0	41	14	3
300/2	41	19	42	34	0,0	44	18	3
300/4	41	20	42	32	0,0	44	17	3
300/6	41	25	44	42	0,0	29	15	4

Os ramos que aos 21 DAS alcançaram valores que variaram de 41 a 45%, no final do ciclo, 91 DAS, os valores variaram de 27% a 42%, respectivamente, para os tratamentos 700mm/2 dias (sem estresse) e 300mm/6 dias (o mais estressado); nos tratamentos intermediários a os valores variaram de 29% a 34%.

Quanto às folhas, observa-se, ainda TABELA 4, que aos 21 dias a menor relação foi obtida no tratamento 700mm/6 dias (39%) e nos demais tratamentos os valores oscilaram entre 40 e 41% independente da lâmina ou intervalo de irrigação; já aos 91 dias a

percentagem do peso foliar foi menor no tratamento 700mm/2 dias (16%) e o maior no tratamento 300mm/6 dias (25%).

SIVAKUMAR & SARMA (1986) encontrou as seguintes relações no final do ciclo da cultura do amendoim irrigado: folhas 22,0%, ramos 24,7% e estruturas reprodutivas 53,4%, no tratamento sem restrições hídricas, sendo que apenas 1,6% eram constituídos por flores (0,1%) e ginóforos (1,5%); quando houve um estresse contínuo, da emergência à colheita, as percentagens foram de 29,8% de folhas, 59,0% de ramos e 11,2% das estruturas reprodutivas, sendo que 1,7% eram representados por flores (0,8%) e ginóforos (0,9%); já quando o estresse hídrico ocorreu do início do florescimento ao início do crescimento das sementes, as relações foram de 20,2% de folhas, 18,8% de ramos e 65,9% das estruturas reprodutivas, sendo que neste caso a percentagem de flores e ginóforos foi de 12,7% dos quais 0,1% era do peso das flores e 12,6% dos ginóforos.

4.1.2. Produção Fitomassa Total (W_t , valores ajustados)

O acúmulo de matéria seca total (W_t) do amendoim apresentou tendência logística sob todos os níveis de irrigação (Figuras 6 e 7).

O crescimento do amendoim apresentou três fases distintas: uma inicial, anterior ao aparecimento dos ginóforos, com crescimento relativamente lento; outra intermediária, da iniciação dos ginóforos até o começo do enchimento dos grãos, quando o crescimento foi acelerado; e outra final, quando ocorre o desenvolvimento das sementes, onde o acréscimo na matéria seca é muito lento e as curvas aproximam-se de um patamar.

A forma geral de cada curva foi similar às obtidas em outros trabalhos conforme literatura (BUTTERY, 1969, 1970; KOLLER et al. 1971; KOLLER, 1971, 1972; SIVAKUMAR & SHAW, 1978; VAN HOVE & LOPEZ, 1983; VAN HOVE et al. 1983;

ALMEIDA et al. 1988; COSTA et al. 1989; MELGES et al. 1989; CARVALHO & LOPES, 1994).

Observa-se pelas Figuras (6 e 7) que W_t foi reduzido quando as lâminas foram menores, bem como quando os intervalos de irrigação foram maiores. A exceção foi observada nos tratamentos que foram irrigados com 700mm, neste caso, o intervalo de 4 dias foi o que apresentou maior W_t , seguido pelos intervalos de 2 e 6 dias.

Provavelmente a diminuição de W_t seja consequência do fechamento dos estômatos, que causou redução na taxa fotossintética e aumento na taxa respiratória (COSTA et al. 1988; MELGES et al. 1989). A respiração mitocondrial (R_D) pode ser separada em dois componentes: um, associado com a atividade de manutenção (R_M), e outro, ligado ao crescimento (R_G). McCREE (1970) desenvolveu uma equação a partir de dados experimentais obtidos por trocas gasosas, para plantas inteiras de trevo branco, $R_D = K \cdot P_G + cW$, sendo P_G a fotossíntese bruta, W a matéria seca da planta, K e c constantes de ajustamento da equação. PENNING De VRIES (1972, 1975a,b) acoplou R_G à taxa de produção de matéria seca (C_t) e R_M ao tamanho da biomassa (W), o que originou a equação $R_D = G_R * \frac{dW}{dt} + M_R * W$, sendo G_R e M_R coeficientes respiratórios acoplados ao crescimento e à manutenção, respectivamente.

Com base nesses modelos, ocorreu redução na taxa respiratória das plantas submetidas aos tratamentos de menor disponibilidade hídrica, porque R_M está diretamente associado com W_t e R_G com C_t ou com a fotossíntese bruta (P_G). Como W_t e C_t foram menores nos tratamentos de menor disponibilidade hídrica, a taxa respiratória, forçosamente, deve ter decrescido. A respiração possivelmente decresce por causa do decréscimo no teor de assimilados e/ou, também, por causa da redução na atividade da malato-desidrogenase (CROOKSTON et al. 1975).

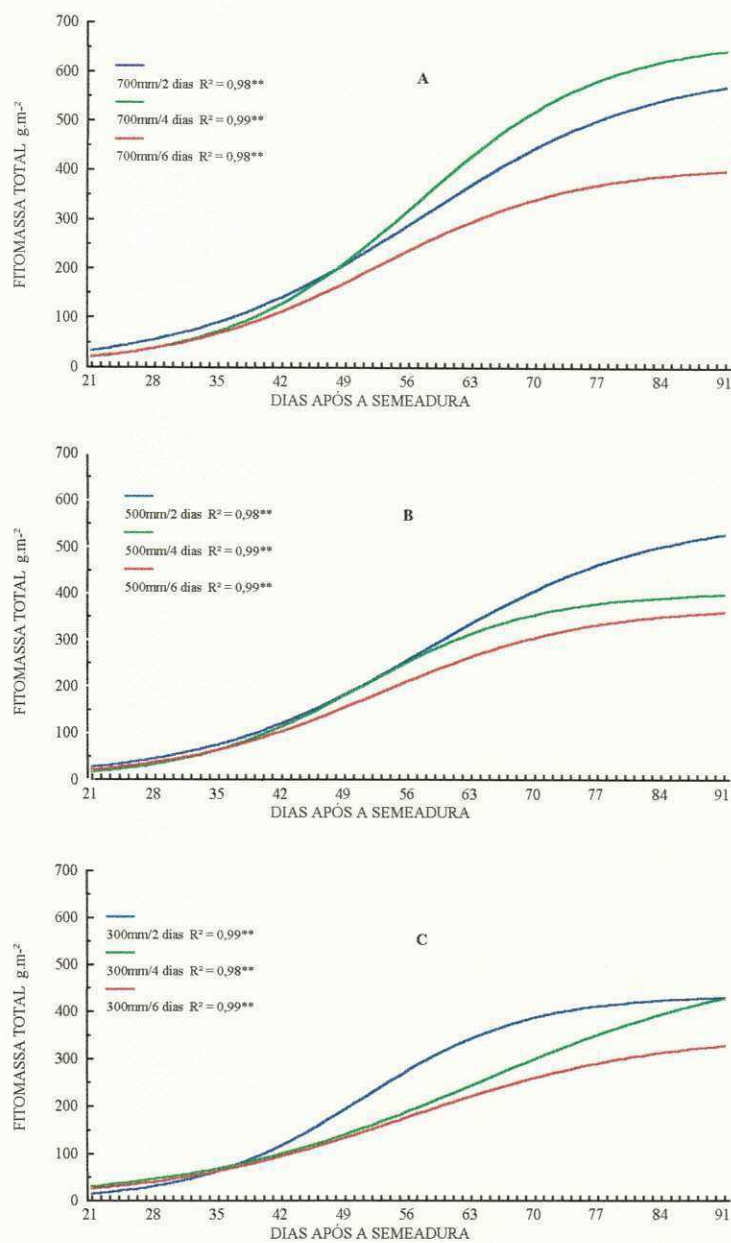


FIGURA 6. Influência do intervalo de irrigação (2, 4 e 6 dias) para as lâminas de (A 700, B 500 e C 300mm) sobre a fitomassa total em plantas de amendoim. Rodelas, BA.

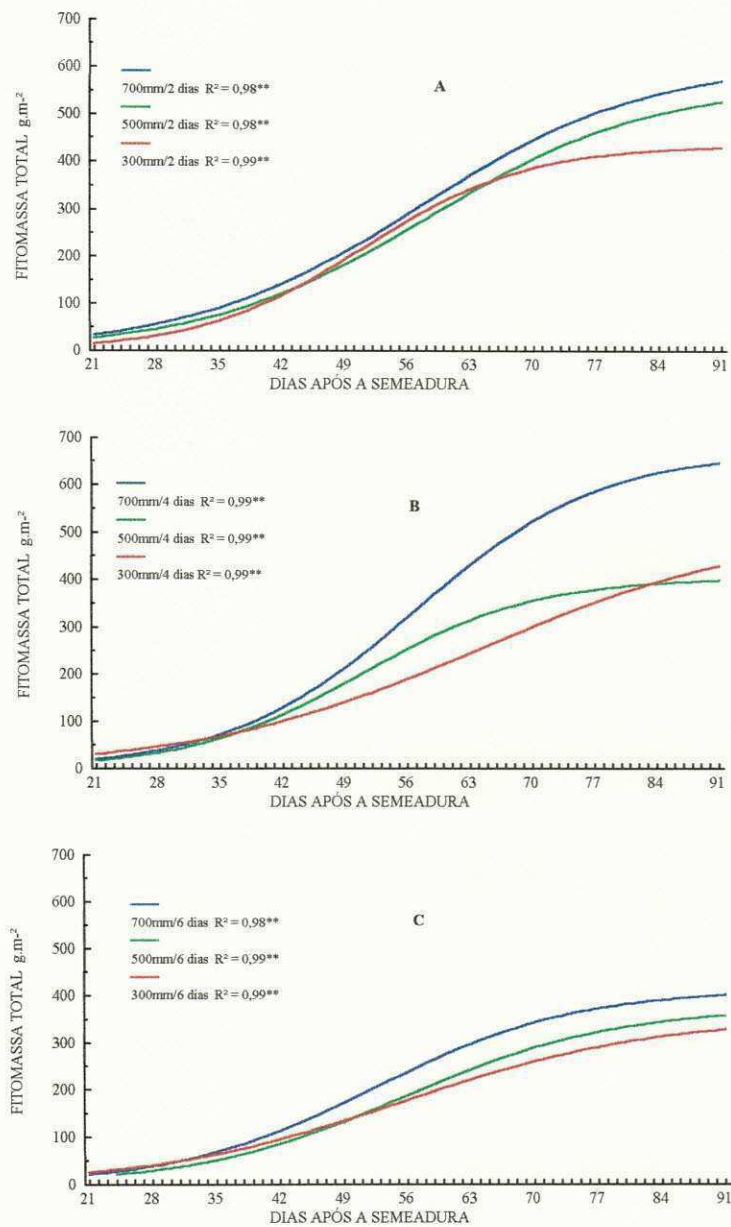


FIGURA 7. Influência de lâminas dentro de intervalos de irrigação sobre a fitomassa de plantas de amendoim (A 700, 500 e 300mm por 2 dias; B 700, 500 e 300mm por 4 dias; C 700, 500 e 300mm por 6 dias). Rodelas, BA.

4.1.3. Taxa de Crescimento da Cultura (C_t)

Os valores iniciais de C_t foram semelhantes para todos os tratamentos (Figuras 8 e 9). Os valores máximos de C_t obtidos nos tratamentos de maior aporte de água, 700mm/4, 700mm/2 e 700mm/6 foram de $16,11\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, $11,97\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, $9,48\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, respectivamente (Figura 8.A). Tais valores foram alcançados aos 57, 58 e 53 dias após a semeadura (DAS).

Na Figura 8.B encontram-se representadas as curvas de C_t para os tratamentos 500m/2, 500mm/4, 500mm/6, cujos valores máximos foram de $11,32\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, $10,49\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ e $8,18\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, alcançados aos 59, 52 e 53 dias, respectivamente. As curvas de C_t para os tratamentos 300mm/2 dias, 300mm/4 dias e 300mm/6 dias estão apresentadas na Figura 8.C e os valores máximos foram de $11,97\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, $8,03\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ e $6,42\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, alcançados aos 52, 65 e 56 DAS, respectivamente.

Os valores máximos de C_t de trabalhos publicados de 24 diferentes experimentos de comparação de cultivares de amendoim, foi de $19,6 \pm 4,2\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ (KING, 1971; CAHANER & ASHRI, 1974; DAUGHTRY, 1974; WILLIAMS et al. 1975a, b; ENYI, 1977; DUNCAN et al. 1978; YOUNG et al. 1979). Os valores de C_t encontrados neste trabalho são similares aos valores de outras culturas com metabolismo fotossintético do tipo C_3 .

A taxa de produção de fitomassa total (C_t) de uma cultura depende, fundamentalmente, do índice de área foliar (IAF) e da sua taxa assimilatória líquida (E_A). No presente trabalho, E_A foi o fator de maior importância na determinação de C_t até aproximadamente 63 DAS, sob todos os níveis de irrigação. A partir dessa data, foi sobrepujada pelos valores de IAF, evidenciando sua importância nessa fase do crescimento da cultura de amendoim. Os decréscimos observados na C_t decorreram principalmente das reduções ocorridas nas áreas foliares, pois a taxa assimilatória líquida (E_A) praticamente não

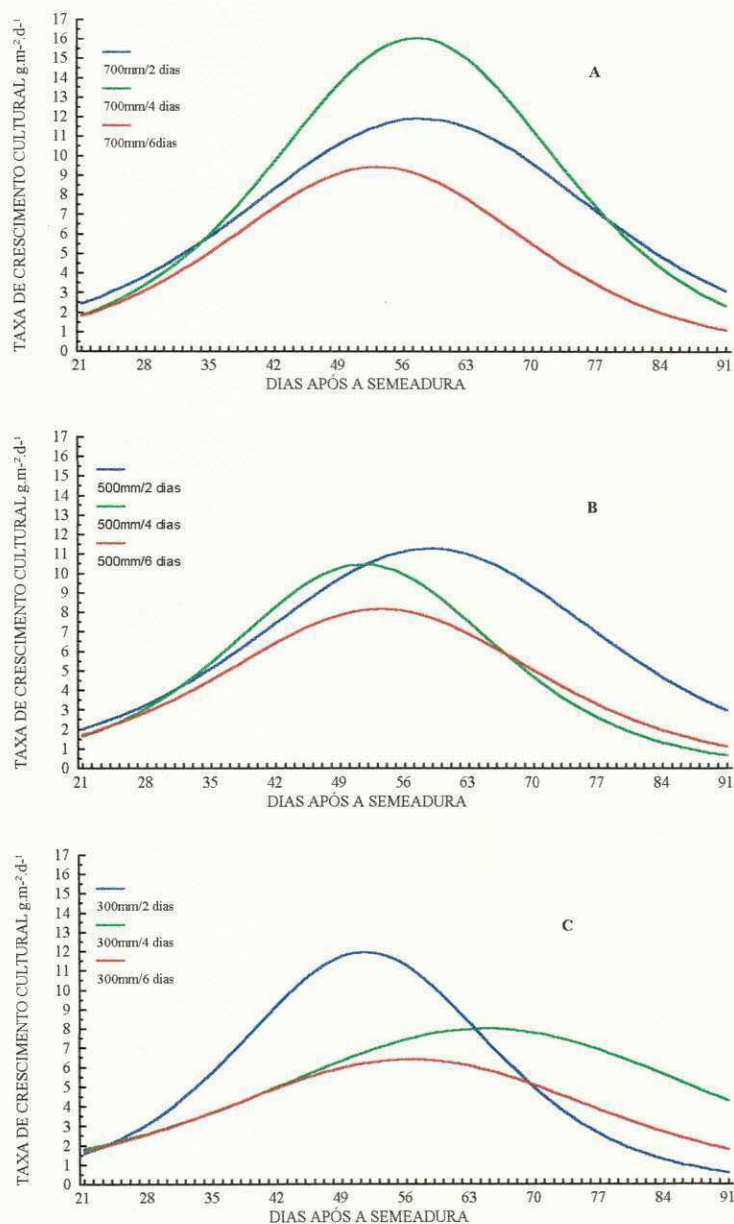


FIGURA 8. Influência do intervalo (2, 4 e 6 dias) dentro de lâminas de (A 700mm; B 500mm; C 300mm) sobre a taxa de crescimento da cultura do amendoim. Rodelas, BA.

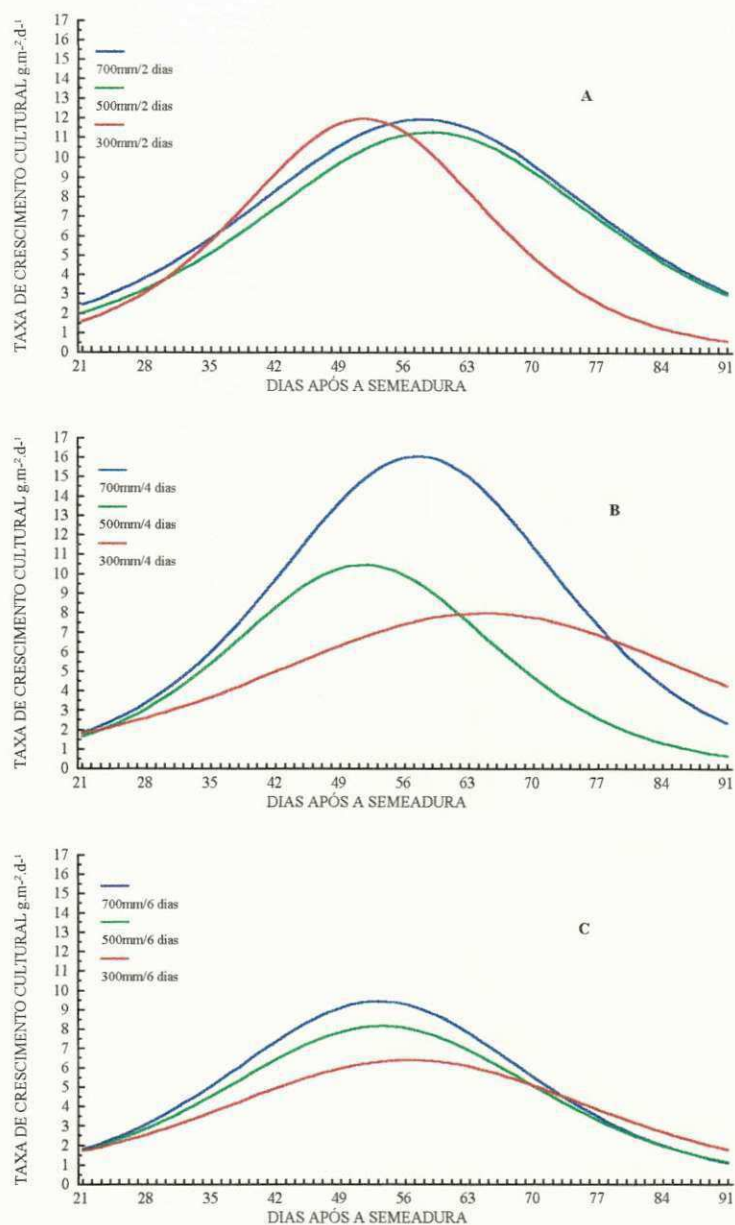


FIGURA 9. Influência de lâminas dentro de intervalos de irrigação sobre a taxa de crescimento da cultura do amendoim (A 700, 500 e 300mm por 2 dias; B 700, 500 e 300mm por 4 dias; C 700, 500 e 300mm por 6 dias). Rodelas, BA.

foi influenciada pelas lâminas de irrigação. MILTHORPE (1956) enfatiza a importância do desenvolvimento da área foliar como fator de influência na taxa de crescimento e minimiza a importância da taxa fotossintética. Por outro lado, STOY (1963) salienta que a taxa fotossintética pode ser muito importante na determinação das taxas de crescimento.

4.1.4. Índice de Área Foliar (IAF ajustado)

O índice de área foliar (IAF), foi afetado tanto pelas lâminas quanto pelos intervalos de irrigação (Figuras 10 e 11). Na Figura 10.A, verifica-se que o tratamento 700 mm/4 dias proporcionou o maior IAF e 700 mm/6 dias o menor IAF. O IAF do tratamento 700 mm/6 dias teve valores ligeiramente maiores que o IAF do tratamento 700 mm/4dias até aproximadamente 43 dias após o plantio, quando foi suplantado pelo IAF do tratamento 700 mm/4 dias, no momento de iniciação de desenvolvimento e crescimento das vagens. Os pontos de inflexão, $[p(x;y)]$, (ponto a partir do qual os acréscimos do IAF são decrescentes), de cada curva da Figura 10.A, foi atingido aos 40 dias com IAF de 1,97 para o tratamento 700 mm/2 dias, 42 dias com 2,22 de IAF para o tratamento 700 mm/4 e 40 dias com IAF 1,68 para o tratamento 700 mm/6 dias. E os valores máximos de IAF foram 3,94; 4,44 e 3,33. Na Figura 10.B estão apresentadas as curvas de IAF para os tratamentos 500 mm/2 dias, 500 mm/4 dias e 500 mm/6 dias. Por esta figura, observa-se que o IAF foi decrescente do tratamento 500 mm/2 dias para o tratamento 500 mm/6 dias. Os pontos de inflexão foram alcançados nos $P(42; 1,9)$, $P(40; 1,68)$ e $P(41; 1,58)$, respectivamente, para os tratamentos 500 mm/2 dias, 500 mm/4 dias e 500 mm/6 dias, cujos valores máximos de IAF foram de 3,8; 3,36 e 3,15.

Já para os tratamentos 300 mm/2 dias, 300 mm/4 dias e 300 mm/6 dias, os IAF máximos foram de 3,51 e P(40; 1,76), 3,47 e P(43; 1,74), 3,22 e P(43; 1,61), respectivamente (Figura 10.C). Quando se fixaram os intervalos e variaram as lâminas de irrigação, observaram-se que a lâmina de 700 mm foi a que resultou em maior IAF quaisquer que sejam os intervalos de irrigação [Figura 11 (A, B e C)]. Essa superioridade é nitidamente observada na Figura 11.B, onde estão representadas as curvas de IAF para os tratamentos 700, 500 e 300 mm com intervalo de irrigação de 4 dias.

A percentagem de interceptação da radiação solar incidente, bem como a taxa de produção de fitomassa, aumenta com o desenvolvimento da área foliar. Uma vez que é requerida grande turgidez para a expansão foliar, os efeitos de déficit hídrico sobre a área foliar resultam, inicialmente, da redução da turgência das folhas e, posteriormente, menor área foliar (CLELAND, 1967; BOYER, 1968; COSTA et al. 1989).

4.1.5. Taxa assimilatória líquida (TAL)

Taxa assimilatória líquida (TAL) ou fotossíntese por unidade de área foliar, descreve a eficiência de produção líquida do aparelho assimilatório, e suas curvas encontram-se nas Figuras 12 e 13. Os valores máximos de TAL foram 14,56; 11,18 e 13,84 $\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ para os tratamentos 700 mm por 2; 4 e 6 dias de intervalo de irrigação; 12,43; 14,12 e 11,24 $\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ nos tratamentos de 500 mm com os respectivos intervalos de 2; 4 e 6 dias; 8,31; 5,15 e 4,92 $\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ observados nos tratamentos que receberam 300 mm de irrigação com intervalos de 2; 4 e 6 dias.

A TAL foi mais afetada pela quantidade de água disponível que pelo seu fracionamento ou distribuição. As plantas com menor disponibilidade hídrica, apresentaram menor TAL, fazendo com que apresentasse menos TCC. Portanto, a deficiência hídrica no

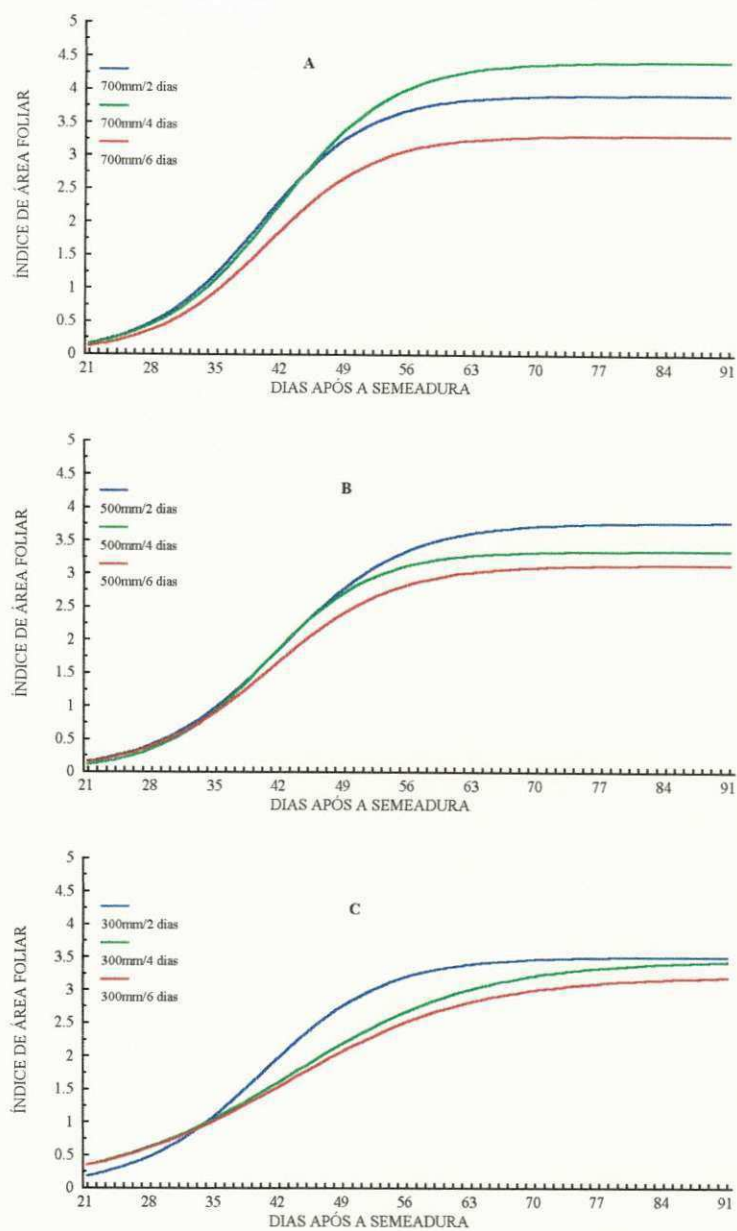


FIGURA 10. Influência do intervalo (2, 4 e 6 dias) dentro de lâminas de (A 700mm; B 500mm; C 300mm) sobre o índice de área foliar do amendoim.

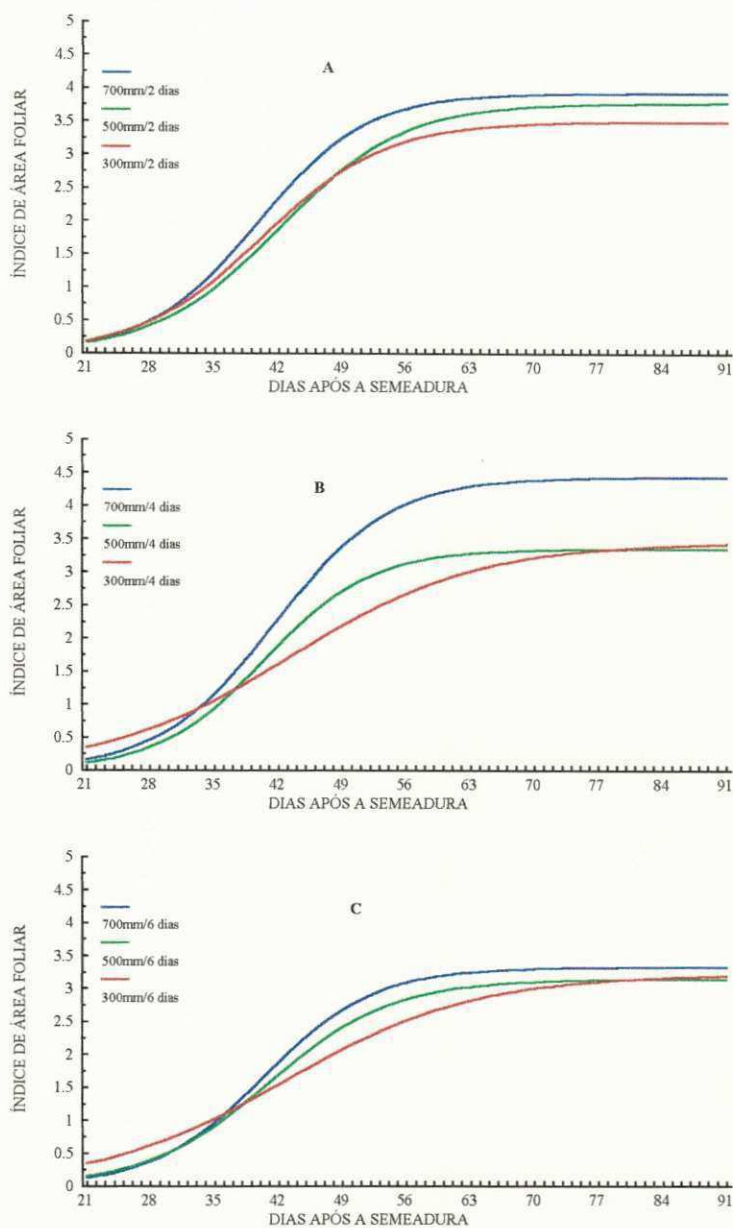


FIGURA 11. Influência de lâminas dentro de intervalos de irrigação sobre o índice de área foliar do amendoim (A 700, 500 e 300mm por 2 dias; B 700, 500 e 300mm por 4 dias; C 700, 500 e 300mm por 6 dias). Rodelas, BA.

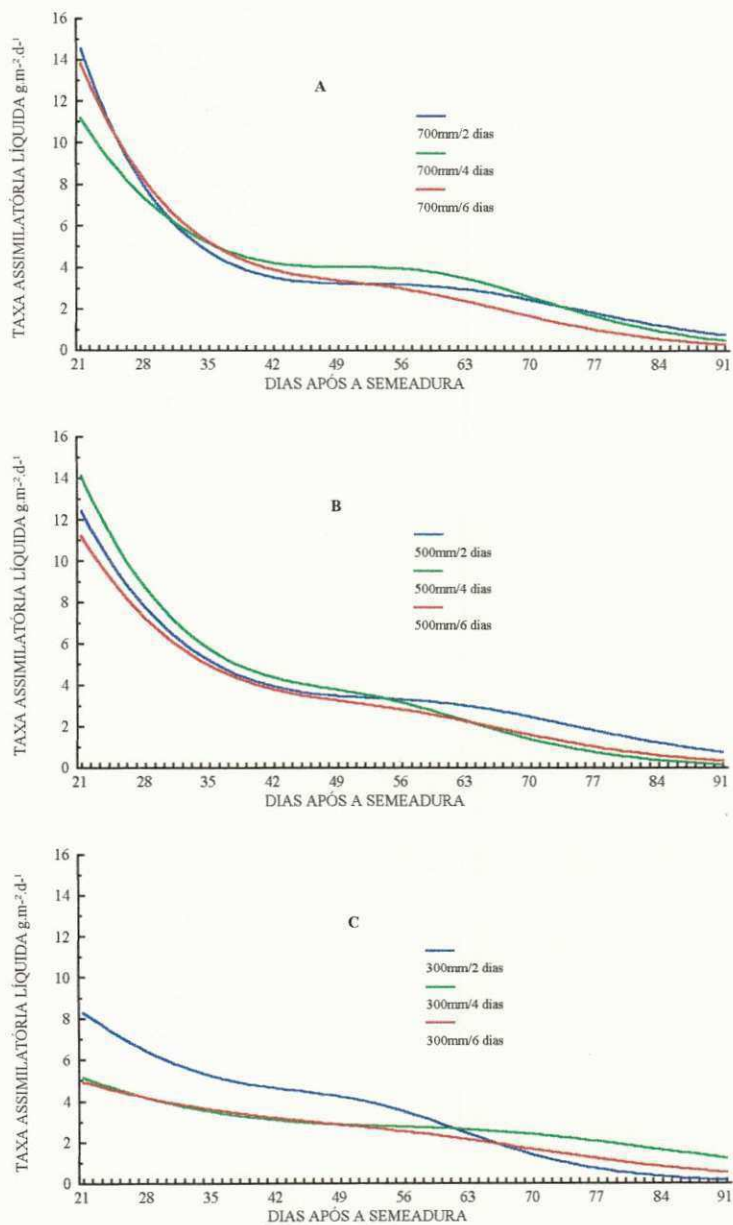


FIGURA 12. Influência do intervalo (2, 4 e 6 dias) dentro de lâminas de (A 700mm; B 500mm; C 300mm) sobre a taxa assimilatória líquida do amendoim. Rodelas, BA.

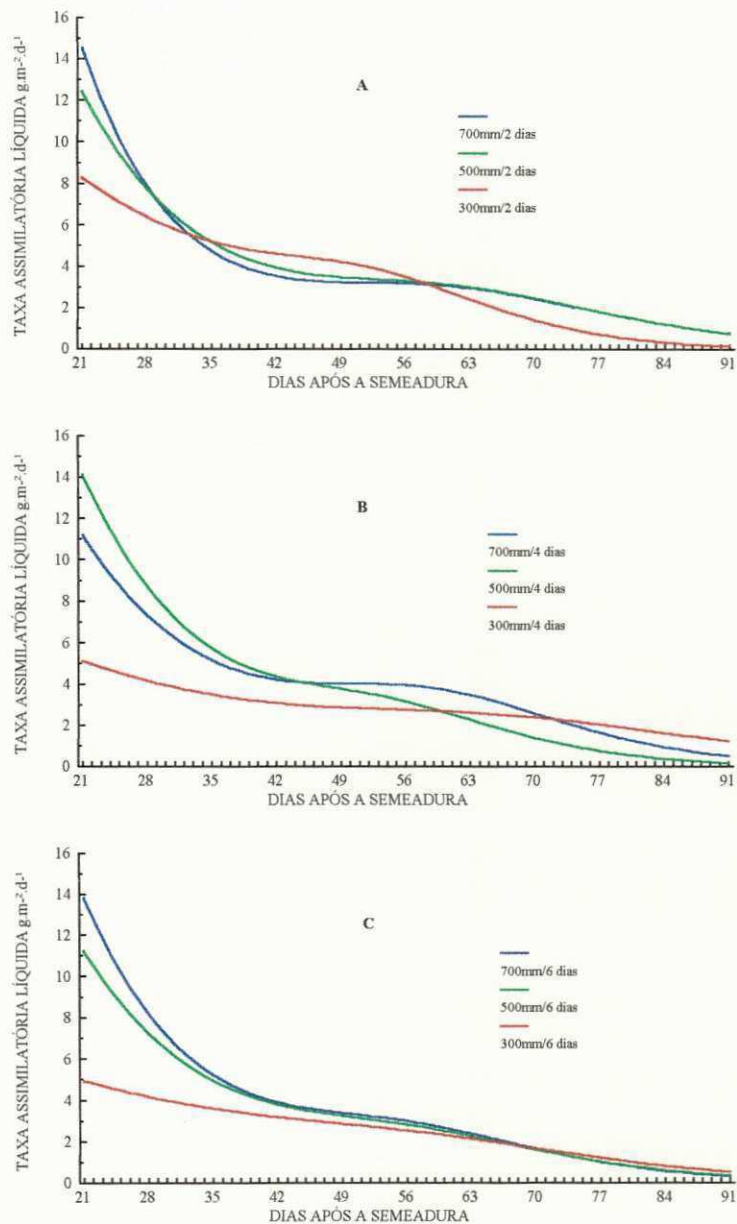


FIGURA 13. Influência de lâminas dentro de intervalos de irrigação sobre taxa assimilatória líquida do amendoim (A 700, 500 e 300mm por 2 dias; B 700, 500 e 300mm por 4 dias; C 700, 500 e 300mm por 6 dias). Rodelas, BA.

amendoim diminui a TAL. Esses resultados estão de acordo com LOPES et al. (1986), que constataram uma redução da TAL pelo déficit hídrico. Contudo, WATSON (1952, 1958) e COSTA et al. (1989), chamam a atenção de que a TAL varia mais com a idade da planta do que com fatores ambientais e que, quando o déficit hídrico é retirado, a TAL volta aos valores normais, propiciando, portanto, valores semelhantes aos das plantas túrgidas.

4.1.6. Taxa de crescimento relativo (TCR)

A taxa de crescimento relativo (TCR) também foi afetada, tanto pelas lâminas aplicadas quanto por seu fracionamento (Figuras 14 e 15). Essas diferenças são mais marcantes nos estádios iniciais de crescimento e desenvolvimento das plantas até o 50º dia após a semeadura, quando os valores apresentaram diferenças máximas, quase se igualando até o final do ciclo da cultura.

As TCR decresceram com a idade da planta em todos os tratamentos, conforme podem ser observadas nas Figuras 14 e 15, estando esses decréscimos, possivelmente, relacionados com o aumento de material não fotossintetizante com a ontogenia da planta. Os valores iniciais, genericamente, são relativamente altos nos tratamentos aplicados, decrescendo rapidamente até os 63 dias após a semeadura.

4.1.7. Razão de área foliar (RAF)

A razão de área foliar (RAF), Figuras 16 e 17, que é uma medida da dimensão do aparelho assimilatório, foi ascendente até os 46 DAS, quando passou a ser descendente. Os valores máximos da RAF foram 1,66; 1,77 e 1,67 $\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ para os tratamentos 700 mm com intervalos de irrigação de 2; 4 e 6 dias; 1,57; 1,65 e 1,63 $\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$

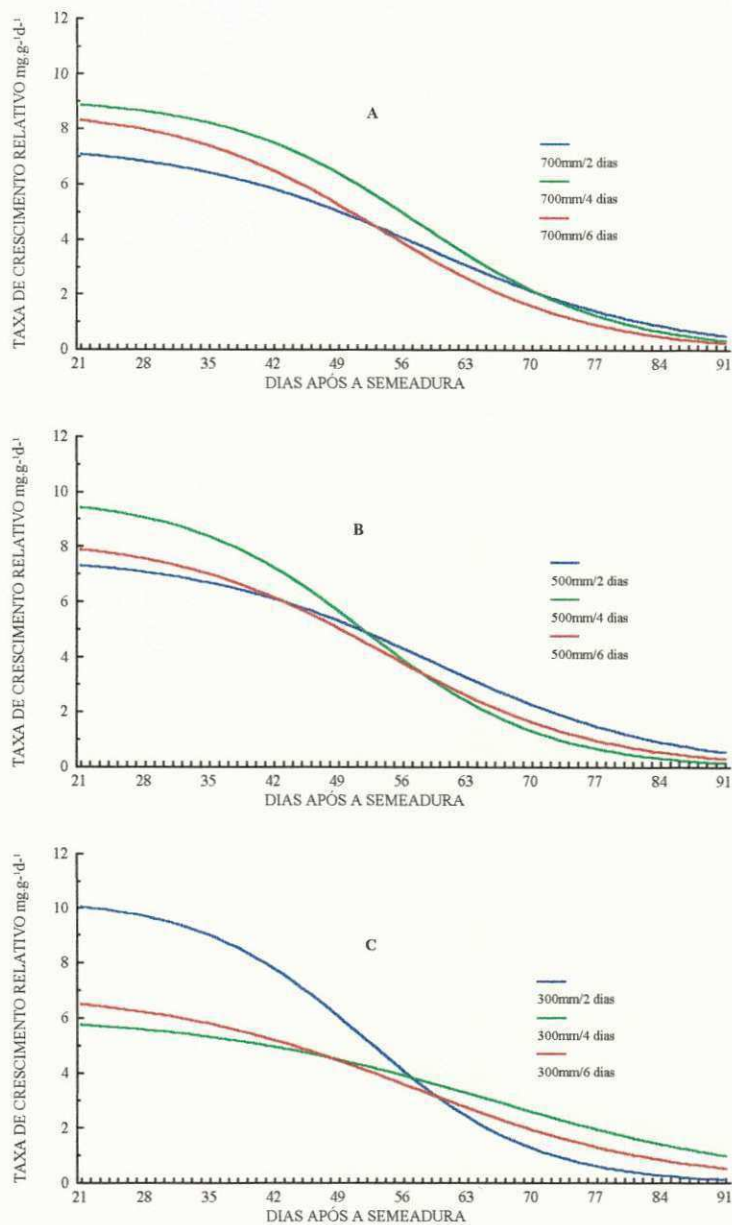


FIGURA 14. Influência de intervalos (2, 4 e 6 dias) dentro de lâminas (A 700mm; B 500mm; C 300mm) sobre a taxa de crescimento relativo do amendoim.

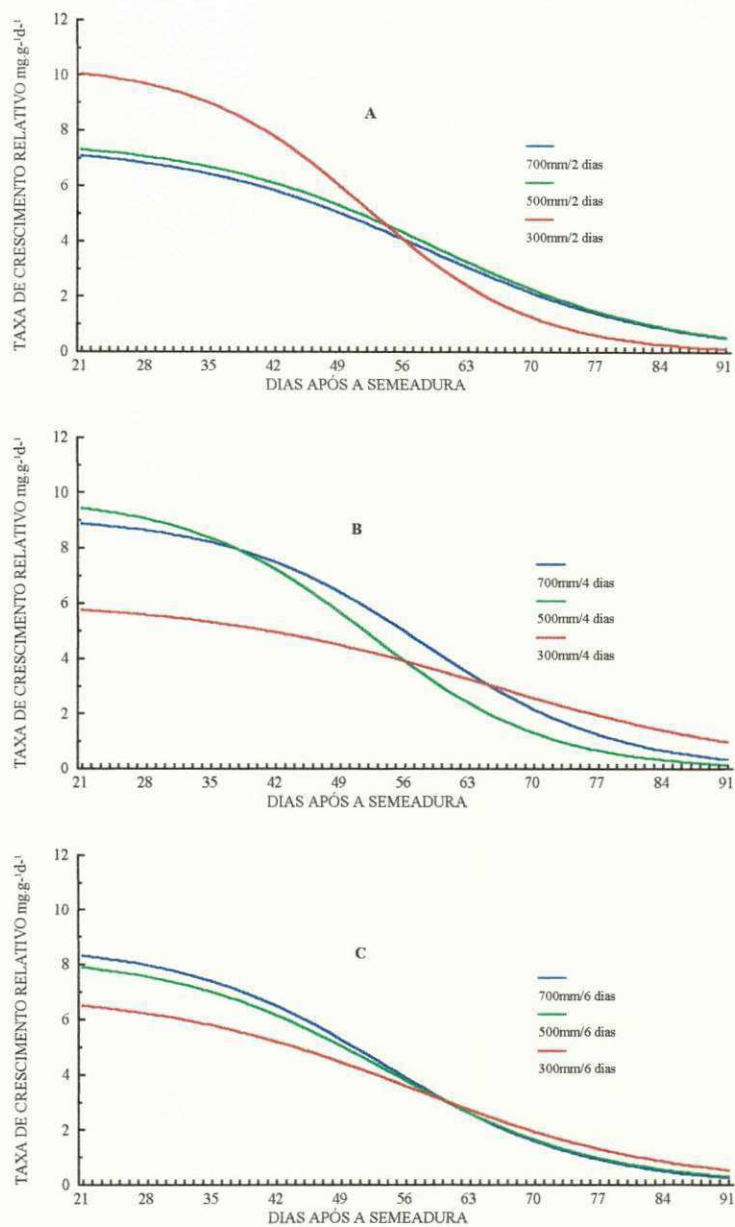


FIGURA 15. Influência de lâminas dentro de intervalo de irrigação sobre a taxa de crescimento relativo do amendoim (A 700, 500, 300mm por 2 dias; B 700, 500, 300mm por 4 dias; C 700, 500, 300mm por 6 dias).

para os tratamentos com 500 mm com 2; 4 e 6 dias de intervalos de irrigação; e 1,74 1,61 e 1,63 $\text{dm}^2.\text{g}^{-1}$ obtidos nos tratamentos com 300 mm com intervalos de irrigação de 2; 4 e 6 dias.

A RAF praticamente não foi afetada pelos intervalos de irrigação dentro de cada lâmina de água aplicada, Figura 16 (A,B), entretanto, observa-se na Figura 16 (C) que o tratamento 300 mm/2dias alcançou seu valor máximo ($1,74 \text{ dm}^2.\text{g}^{-1}$) aos 38 DAS, quando então decresceu rapidamente tendo seu valor menor que os obtidos no tratamento 300 mm/4dias e 300 mm/6 dias.

Ao se fixarem os intervalos e variar as lâminas de irrigação [Figura 17 (A,B,C)], verifica-se no intervalo de 2 dias (Figura 17A), que a lâmina de 300 mm alcançou valores da RAF, no início e no final do ciclo da cultura, maiores que as lâminas de 700 mm e de 500 mm. Por outro lado, no intervalo de 4 dias o maior valor da RAF foi obtido na lâmina de 700 mm e o menor na de 300 mm, nas fases de florescimento e desenvolvimento inicial das vagens (30 a 48 DAS) e, nas fases anteriores e posteriores a estas, a lâmina de 300 mm proporcionou os maiores valores da RAF.

Na Figura 17 (C) pode ser observado que a lâmina de 300 mm proporcionou os maiores valores da RAF, a exceção do período do desenvolvimento e crescimento dos ginóforos ao início do desenvolvimento das vagens (38 aos 50 DAS).

A RAF foi mais afetada pela lâminas que pelos intervalos de irrigação, tendo seus valores médios acrescidos com a aplicação de menor lâmina de irrigação (300 mm). Esses resultados são conflitantes com os dados obtidos por LANDSON (1983) trabalhando com soja (*Glycine max* L.).

As curvas da RAF assim como as de TCR declinaram com a ontogenia em todos os tratamentos em virtude do aparecimento de tecidos não assimilatórios,

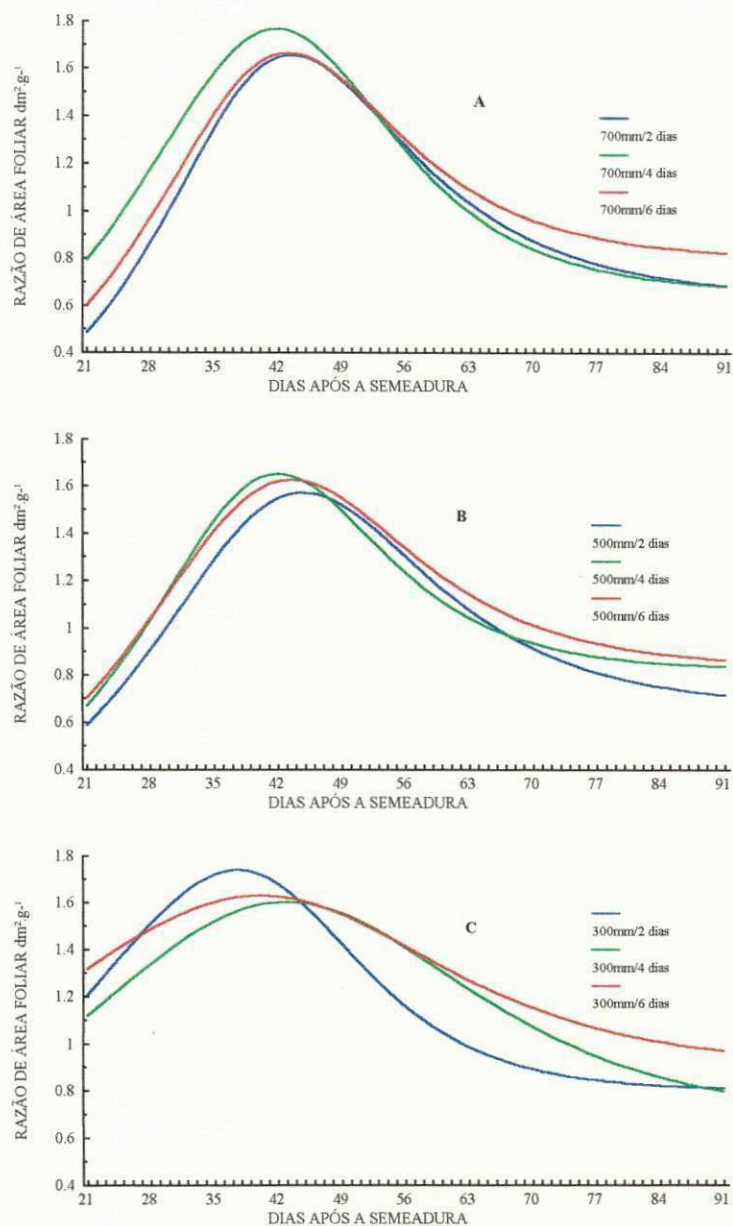


FIGURA 16. Influência de intervalos (2, 4 e 6 dias) dentro de lâminas (A 700mm; B 500mm; C 300mm) sobre razão de área foliar do amendoim.

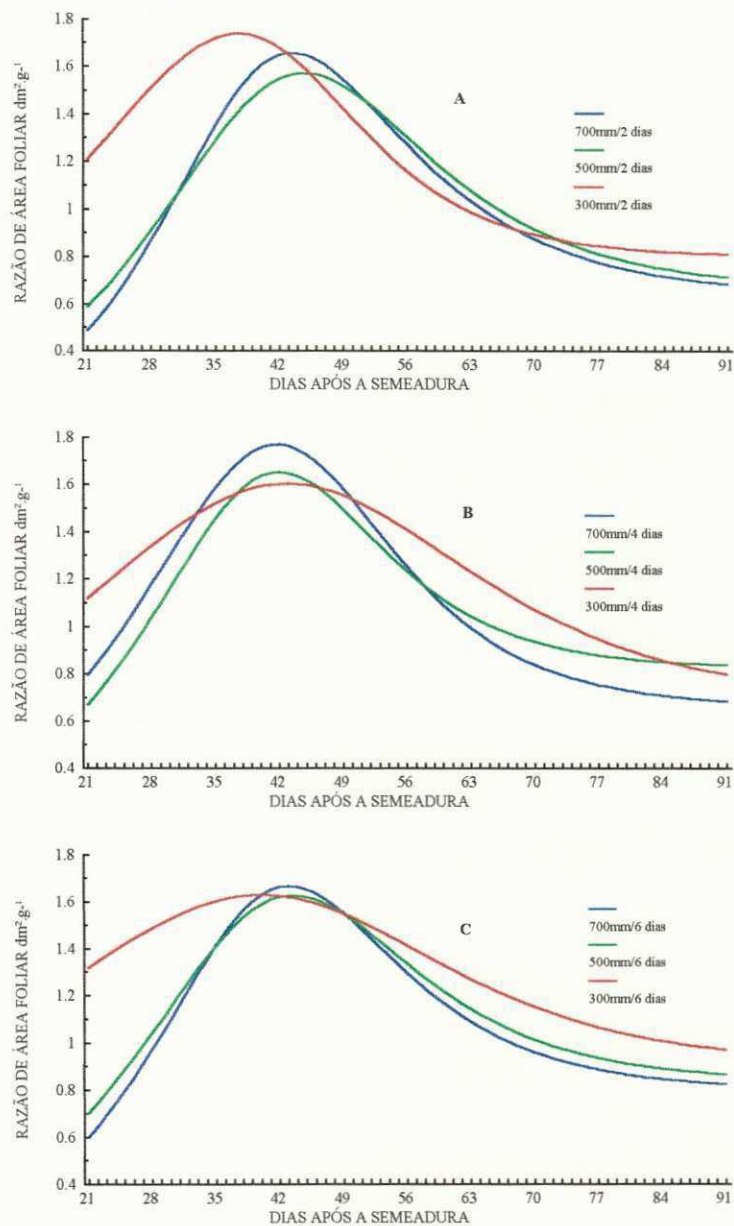


FIGURA 17. Influência de lâminas dentro de intervalo de irrigação sobre a razão de área foliar do amendoim (A 700, 500, 300mm por 2 dias; B 700, 500, 300mm por 4 dias; C 700, 500, 300mm por 6 dias).

principalmente, vagens e sementes que competem decisivamente com as estruturas vegetativas pelos assimilados produzidos (WILLIAMS, 1946; KVET et al. 1971; LOPES et al. 1982; ALMEIDA, 1985; LOPES et al. 1986; COSTA et al. 1989).

Em soja, BUTTERY & BUZZEL (1972), observaram que baixos valores da RAF favorecem altas taxas fotossintéticas, o que também foi observado por ALMEIDA et al. (1988) em feijoeiro. Desse modo, plantas que oferecem baixo RAF têm dreno mais ativo para seus produtos de assimilação.

4.1.8. Razão de peso foliar (RPF)

RAF tem como componente a razão de peso foliar (RPF), e a área foliar específica (AFE), sendo RPF a razão entre a fitomassa foliar (W_f) e a fitomassa total (W_t) (RADFORD, 1967; KVET et al. 1971). A RPF apresentou os valores mais elevados aproximadamente aos 42 DAS em razão da grande quantidade de fotoassimilados contidos nas folhas (Figuras 18 e 19). A partir da iniciação dos ginóforos e vagens (42 DAS), os valores da RPF decresceram rapidamente até o início da maturação, aproximadamente aos 77 DAS. A diferença máxima entre as RPF foi de aproximadamente $0,21 \text{ g.g}^{-1}$. Portanto, o suprimento hídrico, tanto pela quantidade quanto pelo seu fracionamento, afetou a percentagem do material assimilatório na fitomassa total mas, não afetou a capacidade fotossintética da planta.

4.1.9. Área foliar específica (AFE)

A área foliar específica (AFE), representa a razão entre a área foliar (A_f) e a fitomassa foliar (W_f), Figuras 20 e 21. Exceto no tratamento 700 mm/4 dias, que apresentou comportamento bem distinto dos demais, a AFE decresceu durante a fase de crescimento vegetativo o que indica que as folhas não se expandem às mesmas taxas, quando o crescimento progride (SCOTT & BATCHELOK, 1979).

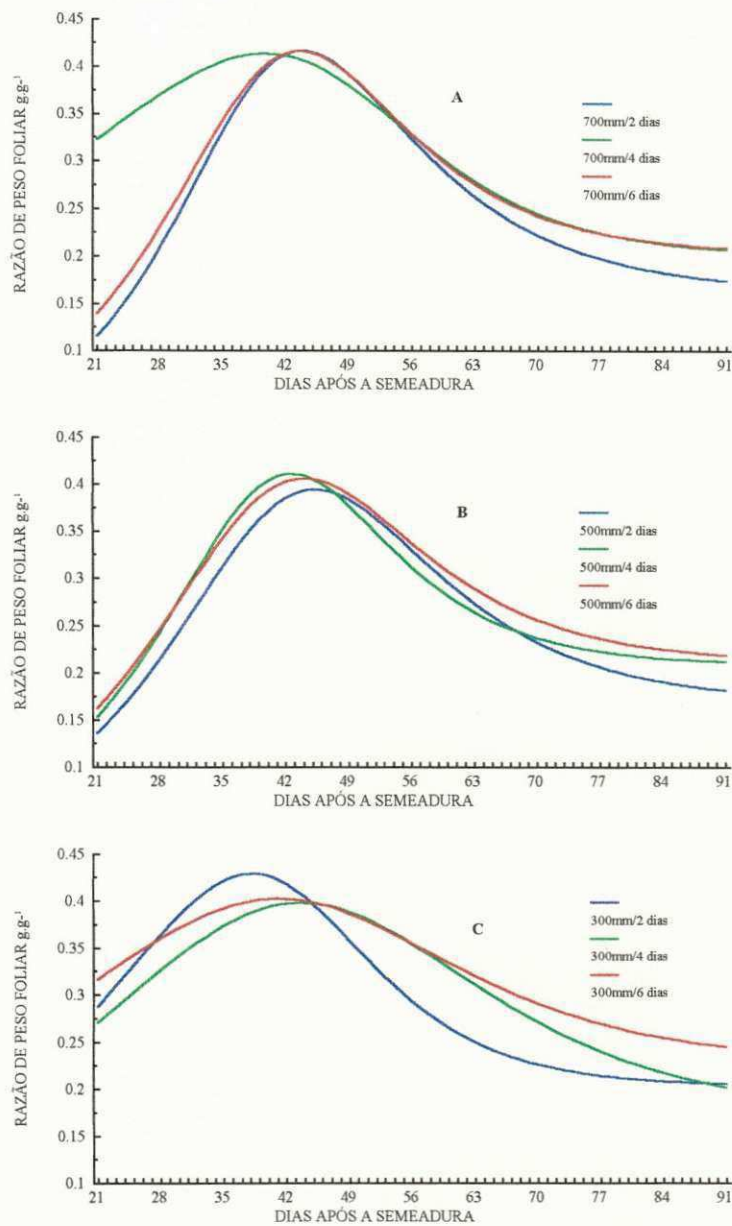


FIGURA 18. Influência de intervalos (2, 4 e 6 dias) dentro de lâminas (A 700mm; B 500mm; C 300mm) sobre razão de peso foliar do amendoim.

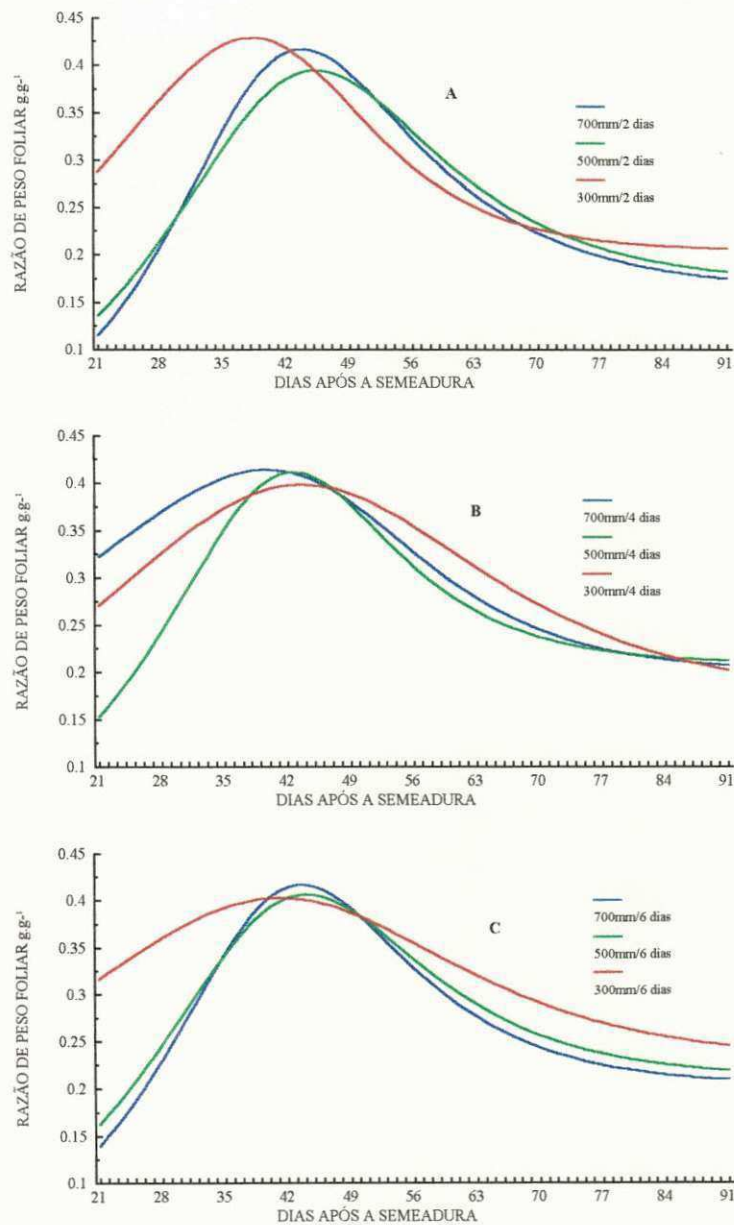


FIGURA 19. Influência de lâminas dentro de intervalo de irrigação sobre a razão de peso foliar do amendoim (A 700, 500, 300mm por 2 dias; B 700, 500, 300mm por 4 dias; C 700, 500, 300mm por 6 dias).

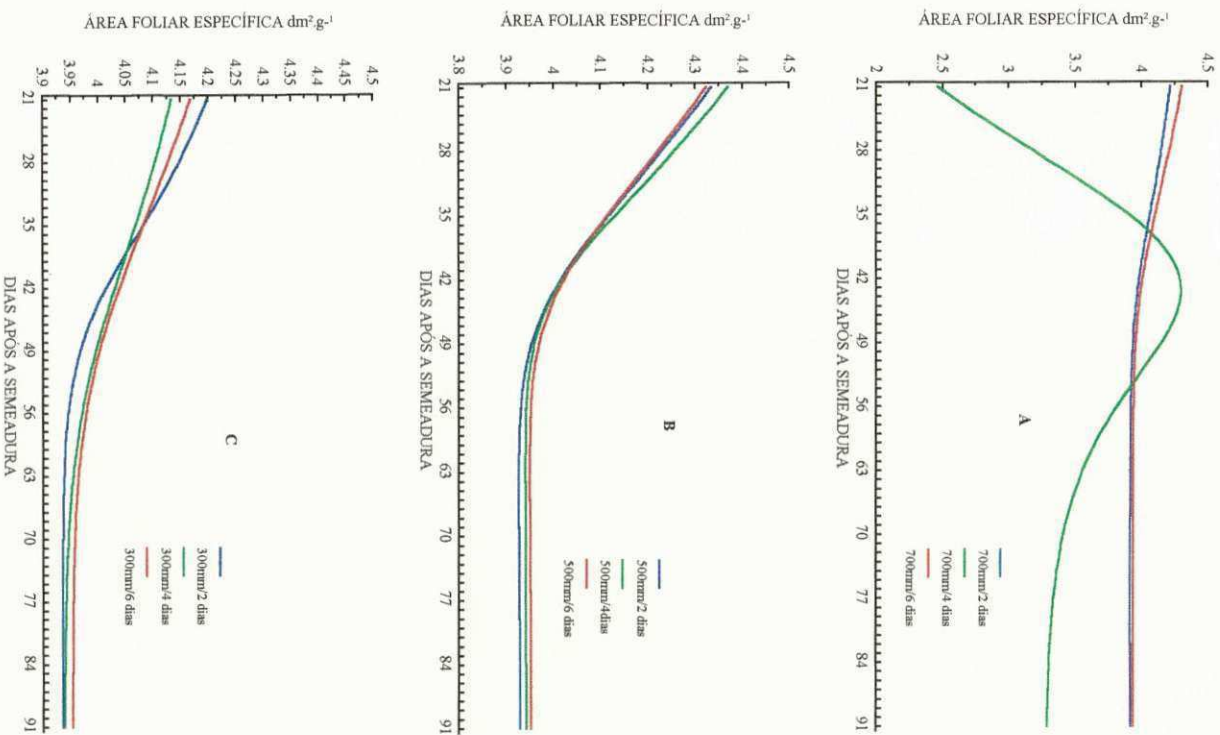


FIGURA 20. Influência de intervalos (2, 4 e 6 dias) dentro de lâminas (**A** 700mm; **B** 500mm; **C** 300mm) sobre área foliar específica do amendoim.

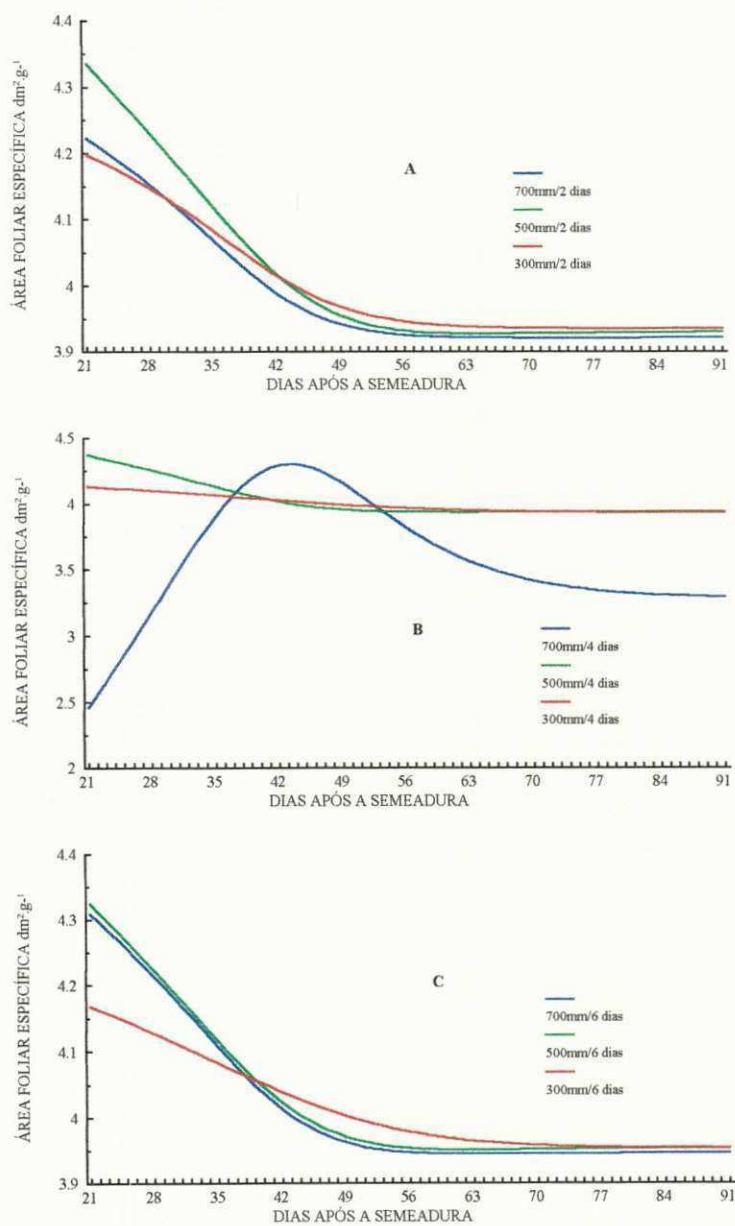


FIGURA 21. Influência de lâminas dentro de intervalo de irrigação sobre a área foliar específica do amendoim (A 700, 500, 300mm por 2 dias; B 700, 500, 300mm por 4 dias; C 700, 500, 300mm por 6 dias).

4.2. Resistência estomática, Transpiração e Fluxo de energia fotossinteticamente ativa

4.2.1. Resistência estomática e energia fotossinteticamente ativa

Durante o ciclo da cultura não ocorreu nenhuma precipitação pluvial e o estado fitossanitário permaneceu em ótimas condições. Assim sendo, todas as variações observadas podem ser atribuídas aos tratamentos de irrigações, usados para este estudo, impostos à cultura, isto é, 700 mm/4 dias e 300 mm/4 dias.

Para análise dos resultados, os dias de medições foram separados de acordo com o intervalo de irrigações. Um dia após a irrigação, 07/10/94, observa-se que as resistências estomatais decresceram até alcançarem valores mínimos em torno das 10h30min para o tratamento 300 mm/4 dias e 12h30min para o tratamento 700 mm/4 dias. Ao redor das 14h30min, houve acentuado acréscimo nas resistências de ambos os tratamentos, alcançando valores máximos às 16h30min, conforme pode ser observado na Figura 22. Ainda nessa figura, pode ser visto que os valores da resistência estomática no tratamento 300 mm/4 dias, foram sempre superiores aos valores das resistências obtidas no tratamento 700 mm/4 dias. Quanto à energia fotossinteticamente ativa (PAR), observou-se nesse dia, que foi crescente até atingir valor máximo entre 10h30min e 11h30min, decrescendo em seguida.

A variação diurna da resistência estomática observada nos dois tratamentos foi típica de plantas crescendo sob boas condições de suprimento de água, conforme observaram SZEICZ et al. (1973) em sorgo; TURNER & BEGG (1973) em milho; BISCOE et al. (1976) em cevada e trigo; JUNG & SCOTT (1980) em soja; e VOLPE et al. (1990) em milho.

A redução da resistência estomática, de um valor máximo para atingir um valor mínimo entre 10h30min e 12h30min e o aumento no decorrer da tarde deve-se, provavelmente, aos efeitos da radiação e à diminuição do potencial da água no solo, que

combinados, causam aumento da resistência estomática (SZEICZ et al. 1973, TURNER & BEGG, 1973, REICOSKY & RITCHIE, 1976).

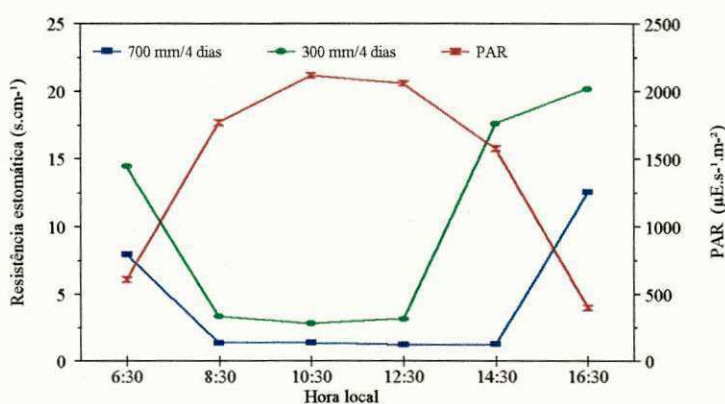


FIGURA 22. Variação diurna da resistência estomática ($s.cm^{-1}$) e da energia fotossinteticamente ativa, PAR, ($\mu E.s^{-1}.m^{-2}$) observadas nos tratamentos 700 mm/4 dias e 300 mm/4 dias, um dia após a irrigação.

Na Figura 23, encontram-se as curvas da variação diurna das resistências estomáticas observadas nos tratamentos 700 mm/4 dias e 300 mm/4 dias, 3 dias após a irrigação (05.10.94). Nesse dia, a variação diurna de resistência estomática do tratamento 700 mm/4 dias, teve comportamento semelhante ao ocorrido um (1) dia após a irrigação, significando dizer que o suprimento de água estava adequado e suficiente ao bom desenvolvimento das plantas. No tratamento 300 mm/4 dias observa-se que as resistências estomáticas decrescem no início da manhã até atingir valor mínimo às 8h30min voltando a

subir às 10h30min, decrescendo um pouco até às 14h30min quando voltou a aumentar no final da tarde. A variação diurna da resistência estomática observada no tratamento 300 mm/4 dias foi típica de plantas crescendo em solos com pouca disponibilidade de água, conforme observaram SHARPE (1973) em algodão; TURNER (1974) em sorgo, milho e fumo; BISCOE et al. (1976) em cevada e trigo. De acordo com esses autores, quando o potencial de água no solo é baixo, os estômatos se fecham antecipadamente pela manhã, uma vez que nessa condição a abertura dos estômatos não é função da energia incidente, e sim, do potencial de água na folha.

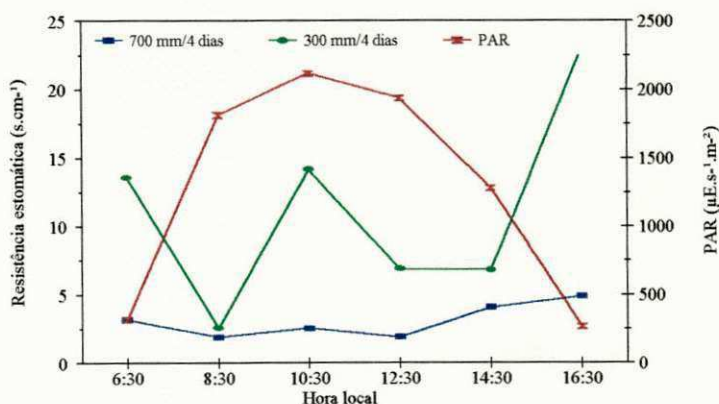


FIGURA 23. Variação diurna da resistência estomática ($s.cm^{-1}$) e da energia fotossinteticamente ativa, PAR, ($\mu E.s^{-1}.m^{-2}$) observadas nos tratamentos 700 mm/4 dias e 300 mm/4 dias, três dias após a irrigação.

4.2.2. Transpiração e resistência estomática

O andamento diurno da transpiração e das resistências estomáticas dos dois tratamentos (700 mm/4 dias e 300 mm/4 dias), três dias após a irrigação e um dia após a irrigação encontram-se nas Figuras 24 - 27.

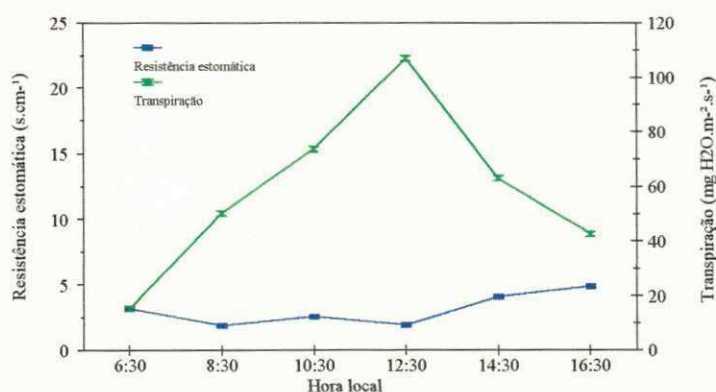


FIGURA 24. Variação diurna da resistência estomática (s.cm⁻¹) e da transpiração (mg H₂O.m⁻².s⁻¹) observadas no tratamento 700 mm/4 dias, três dias após a irrigação.

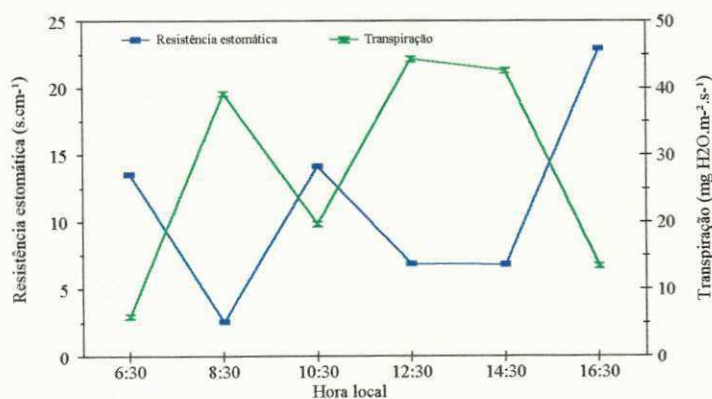


FIGURA 25. Variação diurna da resistência estomática (s.cm⁻¹) e da transpiração (mg H₂O.m⁻².s⁻¹) observadas no tratamento 300 mm/4 dias, três dias após a irrigação.

Comparando-se as figuras 24 e 25, três dias após a irrigação, verifica-se que no tratamento 700 mm/4 dias a transpiração foi ascendente a partir das 8h30min até às 12h30min quando atingiu o valor de aproximadamente $110 \text{ mg H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, quando voltou a cair ao nível de $40 \text{ mg H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ às 16h30min. No tratamento 300 mm/4 dias a transpiração apresentou comportamento oscilatório e bem inferior aos valores observados no tratamento 700 mm/4 dias, isto é, às 6h30min seu valor foi de $7,5 \text{ mg H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ alcançando $38 \text{ mg H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ às 8h30min, reduzindo para $19 \text{ mg H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ às 10h30min voltando a subir para $44 \text{ mg H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ das 12h30min às 14h30min para em seguida reduzir para 12 às 16h30min, evidenciando que sob condições de deficiência hídrica a abertura dos estômatos das folhas do amendoim cv. BR1 ocorre não somente em função da radiação solar mas, também, em função do potencial de água na folha, o qual é dependente da umidade do solo, conforme afirmaram autores como SHARPE (1973), DUBÉ et al. (1974), TURNER (1974) e contrariando, em parte, autores como TURK & HALL (1980), COSTA et al. (1988) que afirmaram que a tendência natural das culturas é manter a transpiração mesmo com risco de completa exaustão da água disponível no solo.

Observa-se, também, que a taxa transpiratória no tratamento 700 mm/4 dias foi praticamente 3 vezes maior que a medida no tratamento 300 mm/4 dias, evidenciando que a planta aciona mecanismos de defesa contra a perda de água, quando a umidade é deficiente no solo, mesmo que a radiação seja elevada. Tal procedimento pode ser prejudicial ao pleno crescimento e desenvolvimento vegetal, mas permite garantir a sobrevivência, desde que o déficit hídrico não seja altamente severo e prolongado.

Um dia após a irrigação, Figuras 26 e 27 a transpiração e a resistência estomática apresentaram variação diurna típica de plantas crescendo em ambiente sem restrição de água, muito embora que, mesmo transpirando sem restrição aparente, os

valores da taxa transpiratória observados no tratamento 300 mm/4 dias foram cerca da metade dos obtidos no tratamento 700 mm/4 dias.

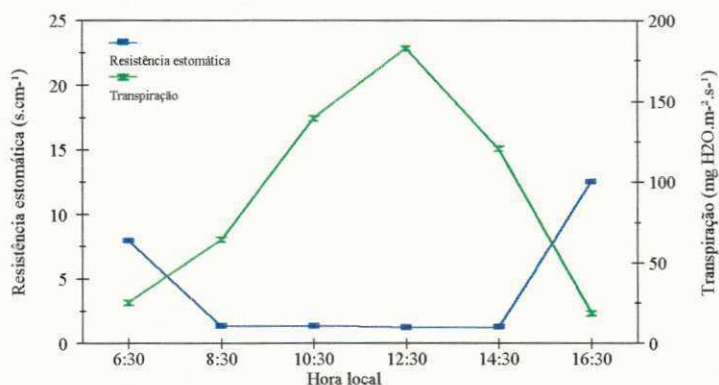


FIGURA 26. Variação diurna da resistência estomática ($s \cdot cm^{-1}$) e da transpiração ($mg \cdot H_2O \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$) observadas no tratamento 700 mm/4 dias, um dia após a irrigação.

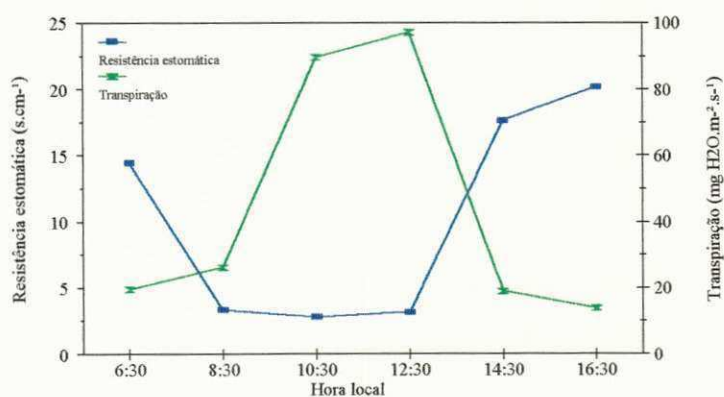


FIGURA 27. Variação diurna da resistência estomática ($s \cdot cm^{-1}$) e da transpiração ($mg \cdot H_2O \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$) observadas no tratamento 300 mm/4 dias, um dia após a irrigação.

4.2.3. Densidade de fluxo de fótons e resistência estomática

Conforme pode ser visto na Figura 28, a resistência estomática e a densidade de fluxo de fótons de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) incidente sobre a superfície foliar do amendoim, (medidas, na terceira folha do ápice para a base da planta), no tratamento 700 mm/4 dias, um dia após a irrigação, portanto, sem restrição de umidade apresentaram uma relação hiperbólica. De acordo com essa figura observa-se que as resistências foram altas em baixa irradiância e decresceram rapidamente com o aumento da PAR. Verifica-se, ainda que acima de $1000 \mu\text{E}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ as resistências estomáticas permaneceram praticamente constantes. Nota-se também, que próximo a $100 \mu\text{E}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ a resistência estomática é cerca de 9 vezes maior que a $2500 \mu\text{E}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$, da PAR. Para se ter uma idéia dessa magnitude de grandeza, a radiação fotossinteticamente ativa considerada como sendo a radiação entre 400 nm e 700 nm apresenta energia média de $2,35\cdot 10^5 \text{J}\cdot\text{E}^{-1}$ no comprimento de onda médio de 510 nm. Próximo ao meio dia, em dia claro com ausência de nuvens, quando a densidade média de fluxo de energia for cerca de $500 \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ ou $0,72 \text{cal}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$, o fluxo de fótons será aproximadamente $2100 \mu\text{E}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$, (CAMPBELL, 1977). Assim, $100 \mu\text{E}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ de PAR representa um fluxo de energia médio de $24 \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$, e sob essa irradiância as resistências estomáticas foram elevadas. Para $1000 \mu\text{E}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$, valor que corresponde à densidade de fluxo de fótons acima do qual não ocorreu variação acentuada das resistências estomáticas, o fluxo médio de energia se equivale a $240 \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ ou $0,35 \text{cal}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$.

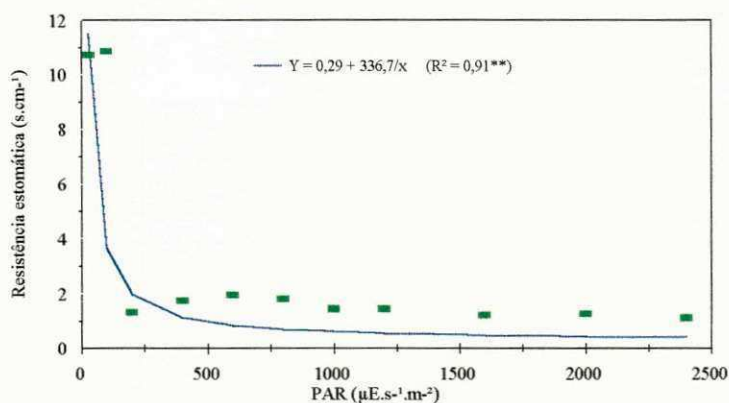


FIGURA 28 Relação entre resistência estomática ($\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$) e radiação fotossinteticamente ativa (PAR, $\mu\text{E}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$) incidente sobre a superfície foliar do amendoim BR-1, no, tratamento 700 mm/4 dias. Rodelas, BA, 1994.

4.2.4. Resistência estomática, Taxa de crescimento cultural e Produtividade

Os valores máximos de C_t foram de $16,11 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$ e $8,03 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$ para os tratamentos 700 mm/4 dias e 300 mm/4 dias, respectivamente. C_t é o acúmulo de matéria seca com o tempo e é aproximadamente igual à fotossíntese da cobertura vegetal por unidade de área de solo. Uma vez que a C_t pode ser considerada como o resultado da fotossíntese líquida, embora sabendo-se que, também, inclui a assimilação de compostos como nitrogênio, fósforo, potássio e outros nutrientes vegetais (cerca de apenas 10%) tanto quanto CO_2 , verifica-se evidências de estresse hídrico no tratamento que recebeu apenas 300 mm de água durante o ciclo da cultura. Outra evidência de estresse hídrico no tratamento de 300 mm em relação ao de 700 mm pode ser observada pela comparação dos índices de área foliar, que no primeiro (300 mm/4 dias) foi de 3,47 e no segundo foi de 4,45. Uma vez que é requerida grande turgidez para a expansão foliar, os efeitos do déficit hídrico sobre a área foliar resultam, inicialmente, da redução da turgência das folhas e, posteriormente, menor área foliar (COSTA et al. 1989).

O fornecimento de uma lâmina total de irrigação de 300 mm proporcionou as maiores resistências estomatais à difusão de vapor d'água, menores taxas transpiratórias e de crescimento cultural, bem como menor índice de área foliar quando comparados com o tratamento que recebeu uma lâmina de 700 mm. Esses fatores conjugados refletiram-se no rendimento de grãos, obtidos no tratamento 300 mm/4 dias, que foi de apenas 895 kg/ha contra 2302 kg/ha alcançados no tratamento de 700 mm/4 dias, havendo, portanto, uma redução substancial de produtividade, isto é, com uma redução de 57,10% no fornecimento de água houve um decréscimo de 61,10% no rendimento de grãos.

4.3. Densidade e distribuição dos estômatos

A folha do amendoim apresenta estômatos em ambas as faces, sendo que na face inferior encontram-se dois tipos de estômatos, um do “tipo” normal, distribuído por toda superfície à semelhança da face superior; outro “tipo”, de dimensões bastante reduzidas em relação ao primeiro, distribui-se pelas nervuras da folha. Essa configuração morfológica associada a fenômenos bioquímicos e fisiológicos, possivelmente, confere à planta do amendoim a habilidade de manter suas funções mesmo sob severo estresse hídrico.

As faces superior e inferior apresentaram, praticamente, as mesmas densidades estomatais, $7,2 \pm 1,0$ estômatos por $0,54 \text{ mm}^2$ de área foliar na superfície inferior e $8,2 \pm 0,8$ estômatos por $0,54 \text{ mm}^2$ de área foliar na superfície superior.

Nas Figuras 29 e 30 estão apresentados os estômatos das faces superior Figura 29 e inferior Figura 30, onde pode, nitidamente, ser observado o dimorfismo dos estômatos. Esse dimorfismo possibilita o movimento dos folíolos, “abrindo” ou “fechando” as folhas nas horas de maior disponibilidade de energia radiante e menor disponibilidade

hídrica para a planta. Esse fenômeno é, possivelmente um mecanismo adaptativo de fuga ao estresse hídrico, pois desta forma as folhas ficam praticamente paralelas aos raios solares, cerca do meio dia, reduzindo a temperatura do dossel pela menor exposição à radiação solar. Por outro lado, no interior da “concha” formada pelos pares de folíolos estabelece-se um “microclima” mantendo a umidade localizada acima da umidade relativa do ar ao seu redor, evitando, dessa maneira, maiores perdas d’água para a atmosfera e mantendo as funções das trocas gasosas, bem como, embora em menor escala, realizando a fotossíntese, e reduzindo a fotorespiração. PANDEY et al. (1984) estudaram as respostas de quatro culturas produtoras de grãos (*A. hypogaea*, *V. radiata*, *G. max* e *V. unguiculata*) ao estresse hídrico, e observaram que o amendoim, dentre as quatro, manteve o mais elevado potencial de água nas folhas e a temperatura do dossel mais fria. Os autores concluíram que na adaptação à seca, a planta deve manter suas funções em extremo déficit de água. O mecanismo de tal movimento pode ser explicado, possivelmente, do seguinte modo: com pouca água disponível e alta intensidade energética os estômatos normais fecham-se (plasmolisados) e os estômatos das nervuras da face inferior permanecem abertos (túrgidos) fazendo com que os folíolos se curvem para cima e para dentro, aproximando-se uns dos outros, aos pares. Essa é uma “strain” do tipo elástico, isto é, cessada causa do estresse, as folhas voltam à condição normal.



FIGURA 29. Réplica dos estômatos da superfície superior da folha do amendoim em aumento de 400 vezes.

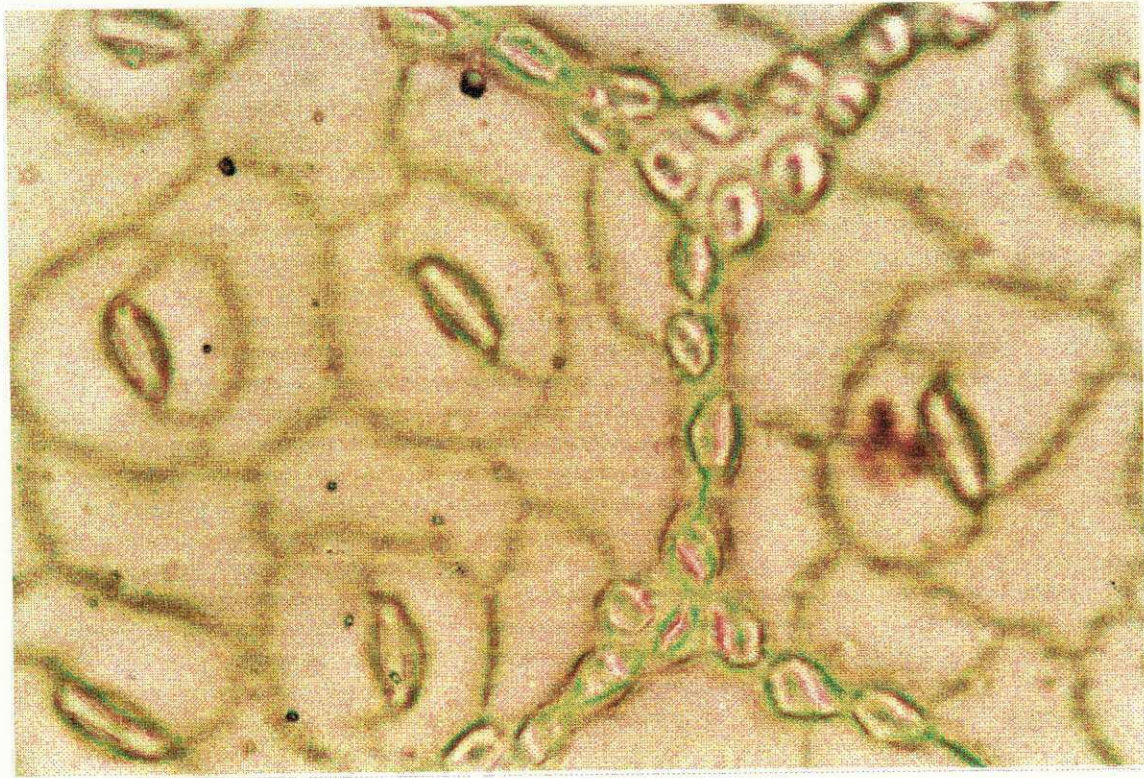


FIGURA 30. Réplica dos estômatos da superfície inferior da folha do amendoim, em aumento de 400 vezes, apresentando o dimorfismo estomatal.

4.4. Produção agro-industrial

4.4.1. Percentagem de vagem chocha, percentagem de sementes perfeitas, peso de 100 sementes, peso de 100 vagens, percentagem de óleo

Os resultados obtidos destas variáveis foram analisados para os anos de 1994 e 1995 e como não houve diferença de ano a ano, apresentamos, aqui, apenas os referentes ao ano de 1995.

A percentagem de vagem chocha foi influenciada tanto pela lâmina quanto pelo intervalo de irrigação, variando de 3,5% a 8,5% na lâmina de 300 mm, 3,75% a 4,75% na lâmina de 500 mm e de 1,75% a 4,75% na lâmina de 700 mm. Esses valores são indicadores de que o suprimento de cálcio mais magnésio na zona de desenvolvimento das vagens era satisfatório, visto que a deficiência de cálcio para a planta do amendoim é o principal fator responsável pela formação de vagens chochas conforme atestam diversos autores citados por SILVA et al. 1993.

A percentagem de sementes perfeitas variou de 95,5% a 100% e não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Esses resultados confirmam as observações efetuadas para a percentagem de vagem chocha.

O peso de 100 sementes foi influenciado pelo intervalo de irrigação, mas não verificou-se efeito significativo em relação às lâminas aplicadas, variando de 44,25g no intervalo de 2 dias a 48,50g observado no intervalo de 6 dias, o está de acordo com as características agronômicas e tecnológicas da cultivar. Quanto ao peso de 100 vagens, observou-se as mesmas tendências do peso de 100 sementes. Tais resultados estão de acordo com diversos autores que afirmam haver, frequentemente, redução no peso das sementes do amendoim quando submetido a déficit hídrico.

O teor de óleo não apresentou diferença significativa entre as lâminas, mas foi altamente significativo o efeito de intervalos de irrigação, que variou de 46,66% no intervalo de 2 dias a 48,39% no intervalo de 6 dias estando acima dos padrões tecnológicos indicados para a cultivar, que é, em média, de 45%. Para muitos autores como NARASIMHAM et al. 1977, BOOTE et al. 1982, entre outros, a irrigação não tem efeitos significativos e consistentes sobre a concentração de óleo e proteínas nas sementes.

O rendimento em sementes (%), ou relação grãos/vagens, que para a cultivar é em média de 72%, variou de 58,25% no tratamento de 300 mm com intervalo de 6 dias entre irrigações a 72,25% no tratamento de 700 mm com intervalo de 4 dias entre as irrigações, sendo altamente significativos os efeitos de lâminas e intervalos de irrigação. Este fato contribuiu, associado a outros fatores, para a redução da produtividade de grãos de amendoim.

4.4.2. Produtividade de vagens e grãos de amendoim

Os resultados para rendimento do amendoim, em casca e grãos para os anos de 1994 e 1995, submetido a diferentes lâminas e intervalos de irrigação foram analisados isolados e conjuntamente, conforme descrito em materiais e métodos. Como os resultados foram semelhantes para os dois anos, serão apresentados e discutidos apenas os da análise conjunta.

Quando se analisa o efeito das lâminas de água, observa-se que a menor lâmina aplicada proporcionou o menor rendimento de amendoim em casca e em grãos, o que indica que esta quantidade de água não foi suficiente para suprir as necessidades da cultura, Tabela 5. DOOREMBOS & KASSAM (1979) afirmam que o consumo hídrico do amendoim situa-se entre 500 e 700 mm. Também, NAGESWARA RAO et al. (1988)

aplicando lâminas de 725 mm, 630 mm, 580 mm e 550 mm, obtiveram produtividades, de amendoim em casca, na ordem de 4615 kg/ha, 5480 kg/ha, 5040 kg/ha e 3687 kg/ha, respectivamente, numa evidência de que tanto água em demasia quanto em deficiência reflete negativamente na produtividade. Ao mesmo tempo, TÁVORA et al. 1985, FERREIRA et al. 1992, e METOCHIS, 1993, observaram queda no rendimento da cultura, provocada pela deficiência de umidade.

Analisando-se o efeito do intervalo de irrigação, observou-se que o menor rendimento tenha sido obtido no tratamento cujo intervalo de irrigação foi de seis dias. Este resultado pode estar relacionado com as propriedades intrínsecas do solo, uma vez que a alta percentagem de areia e a baixa percentagem no teor de matéria orgânica resultaram em uma pequena capacidade de retenção de água (1,31% de água disponível).

4.4.3. Índice de colheita

Com relação à partição de assimilados, configurada no coeficiente de migração ou índice de colheita, pode-se observar na Tabela 5 que a relação em percentos ponderais entre drenos úteis e não úteis do ponto de vista econômico variou consideravelmente entre os tratamentos, denotando-se os decréscimos verificados quando da aplicação da lâmina de 300 mm com intervalos de irrigação de 4 e 6 dias, comparados ao tratamento de 700 mm com 6 dias que foi o que promoveu maior índice de colheita efetivo (grãos), de 37,48%. Na verdade, com menor disponibilidade de água, as plantas investiram mais na fitomassa vegetativa visando a sobrevivência, como foi evidenciado nos valores obtidos com a menor lâmina e intervalos mais espaçados (4 e 6 dias).

Efetuada a análise de variância, obteve-se significância para a interação lâmina vs. intervalo de irrigação. Feitos os desdobramentos, verificou-se significância tanto

para a lâmina quanto para intervalo de irrigação e da análise de regressão obtiveram-se as funções de produção, e superfícies de respostas, apresentadas nas Figuras 31 - 32.

Tabela 5. Produtividade e índice de colheita de amendoim, em casca e grãos, submetido a diferentes lâminas e intervalos de irrigação, Rodelas, BA, 1994/95

Tratamento	Produtividade (kg/ha) em		Índice de colheita (%)	
	Casca	Grãos	Casca	Grãos
700mm/2 dias	2166	1644	35,18	26,70
700mm/4 dias	3235	2026	48,13	30,14
700mm/6 dias	2267	1554	54,67	37,48
500mm/2 dias	2475	1671	43,56	29,41
500mm/4 dias	1975	1384	48,60	34,06
500mm/6 dias	1790	1093	47,64	29,09
300mm/2 dias	1791	1232	40,97	28,18
300mm/4 dias	1309	859	25,72	16,87
300mm/6 dias	970	609	22,25	17,15

As equações resultantes da análise conjunta foram:

$$Y_g = 487,63 + 1,334*L + 168,28*I - 0,00032*L^2 - 55,31*I^2 + 0,3333*L*I$$

$$Y_c = 603,08 + 3,625*L + 100,37*I - 0,0023*L^2 - 57,6*I^2 + 0,454*L*I$$

onde:

Y_g é o rendimento esperado de grãos de amendoim;

Y_c é o rendimento esperado de amendoim em casca;

L é a lâmina de água (em mm) a ser aplicada e,

I é o intervalo de irrigação, em dias.

A solução destas funções permite estimar que a aplicação de 700mm de água com um intervalo de irrigação de 4 dias possibilita uma produtividade de 2765 kg/ha de amendoim em casca ou 1986 kg de grãos.

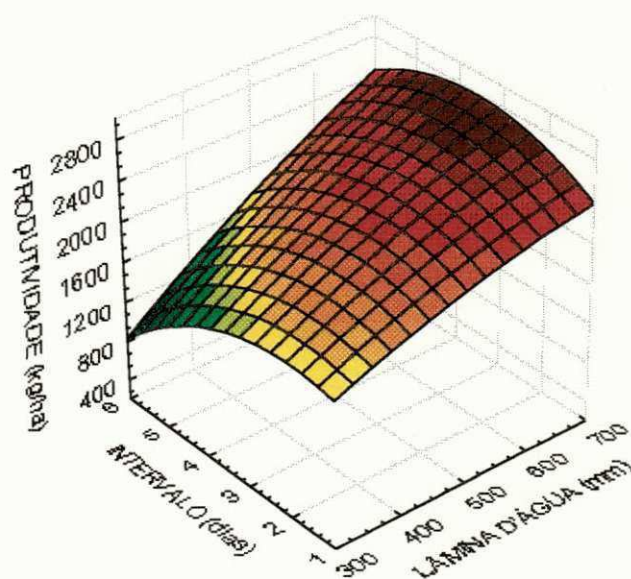


FIGURA 31. Superfície de resposta para a cultura do amendoim irrigado, análise conjunta 94/95, produtividade de amendoim em casca.

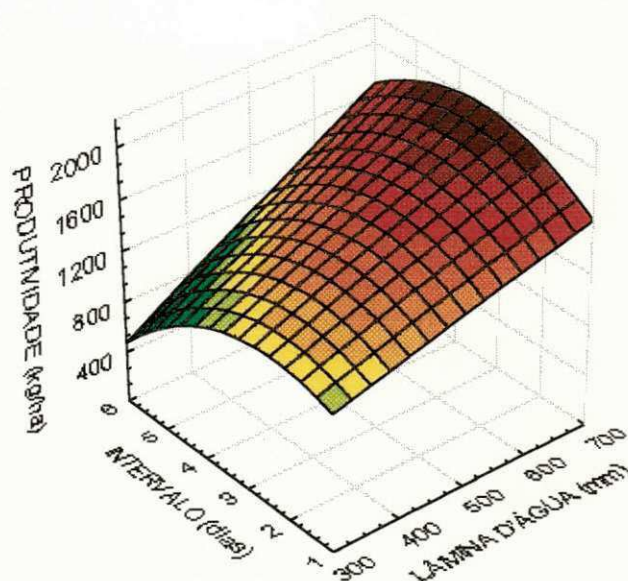


FIGURA 32. Superfície de resposta para a cultura do amendoim irrigado, análise conjunta 94/95, produtividade de grãos de amendoim.

4.5. Estresse e “Strain” na cultura do amendoim

Conforme citado, o grau de estresse é difícil de ser quantificado, mas através do “strain” é possível se ter idéia do estresse. Assim, tomando por base o tratamento 700mm com intervalo de irrigação de 4 dias que apresentou as maiores taxas de crescimento, transpiração, maior IAF e produtividade e as menores resistências estomatais, serão analisados os demais tratamentos em relação a este, nas suas manifestações de “strain” quer plástico quer elástico.

O tratamento 700mm/4 dias teve uma produção total de fitomassa da ordem de 684,06 g.m⁻², enquanto que nos tratamentos 700mm/ 2 dias, 700mm/ 6 dias, 500mm/2 dias, 500mm/ 4 dias, 500mm/6 dias e 300mm/2 dias, 300mm/4 dias e 300mm/6 dias as produções de fitomassa total foram, respectivamente, de 615,62; 414,60; 568,13; 406,35; 375,71; 437,10; 508,94 e 354,99 g.m⁻², numa clara evidência de que tanto as lâminas quanto

os intervalos de irrigação foram capazes de induzir estresse “moderado” a “severo” na cultura, o qual pode ser quantificado pela “strain” do tipo plástico, isto é, redução do crescimento em condições desfavoráveis de suprimento de água. Desta forma, pode-se afirmar que houve estresse por excesso (700mm/2 dias) e por déficit hídrico nos demais tratamentos.

Ao se analisar as resistências estomatais, verifica-se “strain” plástico e elástico, ou seja, o tratamento 300mm/4 dias um dia e três dias após a irrigação apresentou, sempre, as mais altas resistências estomatais quando comparadas ao tratamento de 700mm/4 dias (“strain” plástico), o tratamento 700mm/4 dias também experimentou estresse visto que três dias após a irrigação suas resistências estomatais elevaram-se cerca de três vezes, voltando à condição normal um dia após a irrigação (“strain” elástico). Por outro lado, a severidade do estresse foi bem maior no tratamento 300mm/4 dias, uma vez que três dias após a irrigação obtiveram-se resistências estomatais cerca de 6,5 vezes maiores que as obtidas no tratamento 700mm/4 dias.

A magnitude da “strain” depende da intensidade e da duração do estresse, e nesse sentido, a maior “strain” foi observada na produtividade, onde verificou-se “achatamentos” ou decréscimos de 23,50% até 70% em relação ao tratamento de 700 mm/4 dias. Neste caso, o estresse pode ter possivelmente, afetado processos primários e intermediários dos componentes da produção, como redução de emissão dos primórdios florais e/ou aumentado a taxa de flores estéreis que em ambos os casos levaram à redução do número de vagens por planta, uma vez que tanto o peso de 100 sementes quanto o peso de 100 vagens foram estatisticamente iguais. Também, a percentagem de vagem chocha foi bastante reduzida, variando de apenas 1,75% a 8,50%; e a percentagem de sementes perfeitas significativamente elevadas, variando de 95,50% a 100%.

5 - CONCLUSÕES

Para as condições de condução do experimento, observaram-se que o crescimento do amendoim apresenta três fases distintas: da emergência à floração é relativamente lento; é acelerado da floração à formação das vagens; e muito lento na fase de desenvolvimento das sementes e que todas as características de crescimento determinadas foram influenciadas tanto pelas lâminas quanto pelos intervalos de irrigação. Assim sendo, conclui-se que:

1. Com a redução da lâmina e aumento do intervalo de irrigação ocorreram reduções na produção e produtividade da fitomassa.
2. O valor máximo da Taxa de Crescimento Cultural ($16,11 \text{ g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) ocorreu no tratamento de 700mm/4 dias, e o mínimo no ($6,42 \text{ g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) tratamento de 300mm/6 dias
3. A taxa assimilatória líquida, a razão de área foliar e a taxa de crescimento relativo declinaram com a ontogenia, bem como com a lâmina aplicada.
4. A razão de peso foliar apresenta valores mais elevados ($0,42 \text{ g.g}^{-1}$) no início de desenvolvimento dos ginóforos, em razão da grande quantidade de fotoassimilados contidos nas folhas, sendo mínimo ($1,1 \text{ g.g}^{-1}$) no estágio inicial do crescimento.

5. As folhas do amendoim são anfiestomáticas e apresentam dimorfismo de estomas, pelo menos, do ponto de vista da anatomia externa.
6. Existe uma relação hiperbólica entre a resistência estomática e a energia fotossinteticamente ativa, quando não ocorre déficit hídrico, ditada pela equação
$$Y = 0,29 + 336,7 * \frac{1}{X}$$
, sendo “X” a energia fotossinteticamente ativa.
7. O amendoim deve ser irrigado sempre que a resistência estomática alcançar valores entre 4 e 5 sm^{-1} nos horários de maior disponibilidade de energia, especialmente das 10h30m a 12h30m.
8. O manejo da irrigação não afetou a qualidade das sementes e dos frutos.
9. A produtividade de grãos de amendoim, bem como de amendoim em casca, foi bastante afetada pela diferenciação das lâminas e intervalos de irrigação, variando de 609 kg/ha no tratamento de 300mm/6 dias a 2026 kg/ha no tratamento de 700mm/4 dias para grãos de amendoim e de 970 kg/ha a 3235 kg/ha de amendoim em casca, nos tratamentos de 300mm/6 dias e 700mm/4 dias, respectivamente.
10. A função da produtividade determinada para grãos foi do tipo quadrática, onde a aplicação de 700 mm e intervalos de 4 dias possibilita a produtividade de 2765 kg/há de amendoim em casca, ou 1986 kg/há de grãos.
11. Ocorreram “strain” plástica e elástica quer nos aspectos morfológicos quer nos fisiológicos das plantas de amendoim, induzidas tanto pelas lâminas quanto pelos intervalos de irrigação, refletindo-se com maior ênfase nas respectivas produtividades.
12. A lâmina de 700mm com intervalo de irrigação de quatro dias é a mais indicada para a cultura do amendoim cv. BR1, para as condições de Rodelas, BA.

6 - REFERÊNCIAS

- ALLEN, L.H. Jr.; BOOTE, K.J.; HAMMOND, L.C. Peanut stomatal diffusion resistance affected by soil water and solar radiation. Soil Crop Science, Flórida, v.36, p.42-46, 1976.
- ALMEIDA, A.A.F. de.; LOPES, N.F.; OLIVA, M.A.; BARROS, R.S. Desenvolvimento e partição de assimilados em *Phaseolus vulgaris* submetido a três doses de nitrogênio e a três níveis de luz. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.23, n.8, p.837-847, 1988.
- ANGUS, J.F.; MONCUR, M.W. Water stress and phenology in wheat. Australian Journal of Agriculture Research, v.28, p.177-181, 1977.
- ARAÚJO, S.M.C. Avaliações do desenvolvimento, teores de redutase de nitrato, DNA e RNA e análises das células estomáticas em plantas de milho. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1984. 304p. Tese Livre-Docência.
- ASANA, R.D.; SAINI, A.D.; RAY, D. Studies in physiological analysis of yield. III. The rate of grain development in wheat in relation to photosynthetic surface and soil moisture. Plant Physiology, v.11, p.655-665, 1958.

- ASPINALL, D.; NICHOLLS, P.B.; MAY, L.H. The effects of soil moisture stress on the growth of barley. I. Vegetative development and grain yield. Australian Journal of Agriculture Research, v.15, p.729-745, 1964.
- BACKMAN, P. A.; ROCHESTER, E. W.; HAMMOND, J. M. Effects of irrigation on peanut disease. 1978. Proc. Amer. Peanut Res. & Educ. Assoc., v. 10 p. 68. Abstr.
- BALDWIN, J.A.; HARRISON, K.A. Determining water use in peanut production. Irrigation Journal, v.46, n.6, p.18-26, 1996.
- BEARDSSELL, M.F.; JARVIS, P.G; DAVIDSON, B. A null-balance diffusion porometer suitable for use with leaves of many shapes. Journal Applied Ecology, v. 9, p.677-690; 1972.
- BEGG, J.E.; TURNER, N.C. Crop water deficits. Advances in Agronomy, v. 28, p. 161-217, 1976.
- BELL, M.J.; WRIGHT, G.C.; HAMMER, G.L. Night temperature affects radiation use efficiency in peanut. Crop Science, v.32, p.1329-1335, 1992.
- BIDINGER, F.R.; MUSGRAVE, R.B.; FISCHER, R.A. Contribution of stored pre-anthesis assimilater to grain yield in wheat and barley. Nature, v.270, p.431-433, 1977.
- BILLAZ, R.; OCHS, R. Stades de sensibilité de l'arachide a la secheresse. Oléagineux, v. 16, p. 605-611, 1961.
- BISCOE, P.V.; COHEN, Y.; WALLACE, J.S. Daily and seasonal changes of water potential in cereals. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Séries B, v. 273, p. 565-580, 1976.
- BLACHMAN, V.H. The compound inherent law and plant growth. Ann. Bot. v.33, p.352-360, 1919.

- BLACKMAN, G.E. The application of the concepts of growth analysis to the assessment of productivity. In: ECKARDT, F.E. (ed.) Functioning on terrestrial ecosystems at the primary production level. Paris; UNESCO, 1968. p.243-259.
- BLAD, B.L.; BAKER, D.G. Orientation and distribution of leaves within soybean canopies. Agronomy Journal, v.64, p.26-29, 1972.
- BLUM, A.; POIARKOVA, H.; GOZLAN, G.; MAYER, J. Chemical desiccation of wheat plants as a simulator of post-anthesis stress. I. Effects of translocation and kernel growth. Field Crops Research, v.6, p.51-58, 1983.
- BOOTE, K. J.; STANSELL, J.R.; SCHUBERT, A. M.; STONE, F. F. Irrigation, water use and water relations. In: Peanut Science and Technology. Yoakum, Texas: American Peanut Research and Education Society, 1982. p.164-205.
- BOOTE, K. J.; VARNELL, R. J.; DUNCAN, W. G. Relationships of size, osmotic concentration, and sugar concentration of peanut pods to soil water. Proceedings Crop and Soil Science Society, Florida, v. 35, p. 47-50, 1976.
- BOOTE, K.J. Growth stages of peanut (*Arachis hypogaea* L.). Peanut Science, v.9, p.35-40, 1982.
- BOOTE, K.J.; JONES, J.W.; MISHOE, J.W.; WILKERSON, G.G. Modeling growth and yield of groundnut. in Agrometeorology of Groundnut. Proceedings of an International Symposium. ICRISAT Sahelian Centre. Niamey, Niger, ICRISAT, Patancheru. Andhra Pradesh, India. 1986. p.243-255.
- BOOTE, K.J.; KETRING, D.L. Peanut. in: Irrigation of Crops. 1990. (ed. B.A. Stewart and O.R. Nielsen). Agronomy Monograph 30, p. 625-717.
- BOYER, J.S. Relationship of water potential to growth of leaves. Plant physiol., v.43, p.1056-1062, 1968.

- BRIGGS, G.E.; KIDD, F.; WEST, C. A quantitative analysis of plant growth. Annual Applied Biology, Cambridge, v. 7, p.103, 1920.
- BUTTERY, B.R. An analysis of the growth of soybeans as affected by plant population and fertilizer. Can. J. Plant. Science, v.49, p.675-684, 1969.
- BUTTERY, B.R. Effects of variation in leaf area index on growth of maize and soybeans. Crop Science, v. 10, p.9-13, 1970.
- BUTTERY, B.R.; BUZZELL, R.I. Some differences between soybean cultivars observed by growth analysis. Can. J. Plant Science, v.52, p.13-20, 1972.
- CAHANER, A.; ASHRI, A. Vegetative and reproductive development of Virginia-type peanut varieties in different stand densities. Crop Science, v.14, p.412-416, 1974.
- CALHEIROS, C. B. M.; QUEIROZ, J. E.; FRIZZONE, J. A.; PESSOA, P. C. S. Estratégias ótimas de irrigação do feijoeiro: água como fator limitante da produção. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 31, n. 7, p. 509-515, 1996.
- CAMPBELL, G.S. An introduction to environmental biophysics. New York, Springer-Verlag, 1977. 159p.
- CARVALHO, E.F. de.; LOPES, N.F. Crescimento e conversão da energia solar de *Azolla* spp. Cultivada em quatro densidades de fluxo radiante. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.24, n.2, p.211-220, 1994.
- CHEEMA, S. S.; KUNDRA, H. C.; KAUL, J. N. Response of groundnut to various soil-moisture regimes and methods of phosphorus application. Journal of Res. Punjab Agricultural Univ., v. 11, p. 380-385, 1974.
- CHEEMA, S. S.; MINHAS, K. S.; TRIPATHI, H. P.; KUNDRA, H. C. The effect of applying phosphorus and nitrogen to groundnut under different regimes of soil moisture. Journal of Res. Punjab Agricultural Univ., v. 14, p. 9-14, 1977.

- CHOUDHURY, B. Simulating the effects of weather variables and soil water potential on a corn canopy temperature. Agric. Meteorol., 29:162-82, 1983.
- CLAWSON, K.L. Physiological and agronomic responses of diverse pubescent soybean isolines to drought stress. Lincoln, Nebraska: University of Nebraska, 1983. 312p. Thesis Ph.D.
- CLELAND, R. Extensibility of isolated cell walls: measurement and changes during cell elongation. Planta, v.74, p.197-209, 1967.
- CONSTABLE, G.A.; HEARN, A.B. Agronomic and physiological responses of soybean and sorghum crops to water deficits. I. Growth, development and yield. Australian Journal of Plant Physiology, v.5, p.159-167, 1978.
- COSCOLLUELA, F. Remolacha azucarera. (II). Resultados experimentales obtenidos con diferentes volúmenes de riego por método de aspersión. ITEA, v. 40, p. 53-59, 1980.
- COSTA, J. O.; FERREIRA, L. G. R.; SOUZA, F. de Produção do milho submetido a diferentes níveis de estresse hídrico. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 23,n.11, p. 1255-1261, 1988.
- COSTA, R.C.L.; LOPES, N.F.; OLIVA, M.A.; BARROS, N.F. Crescimento e conversão da energia solar em feijão submetido a três doses de nitrogênio e dois regimes hídricos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.24, n.12, p.1439-1450, 1989.
- CROOKSTON, R.K.; THEHARNE, K.J.; LUDFORD, P.; OZBUN, J.L. Response of beans to shading. Crop Science, v.15, p.412-416, 1975.
- CUCCI, G.; CARO, A. De; MASTRO, M. A. Risposta produttiva della soia a diversi regimi irrigui nel metapontino. Irrigazione e Drenaggio, v. IV, p. 166-169, 1989.

- D'OLIVEIRA, L. O. B. Introdução e avaliação de cultivares de amendoim no submédio São Francisco. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1988. (Embrapa-CPATSA. Pesquisa em andamento, 54)
- DAUGHTRY, C.S.; BROWN, R.H.; ETHREDGE, W.J. Effects of time of application of succinic acid 2,2-dimethylhydrazide on yield and associated characteristics of peanuts. Peanut Science, v.2, p.83-86, 1975.
- DAY, R.D.; INTALAP, S. Some effects of moisture stress on the growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). Agronomy Journal, v.62, p.27-29, 1970.
- DESA, N. D.; JOSH, R. S.; PATEL, K. R. Response of summer groundnut to various levels of irrigation on clay soils. Madras Agricultural journal. v. 9, p. 617-620, 1984.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Efectos del agua sobre el redimiento de los cultivos. Roma: FAO, 1979. 212 p. (Riego e Drenaje, 33)
- DUBÉ, P.A.; STEVENSON, K.R.; THURTELL, G.W. Comparison between two inbred corn lines for diffusive resistances, photosynthesis and transpiration as a function of leaf water potential. Canadian Journal of Plant Science, v. 54, p.765-770, 1974.
- DUNCAN, W.G.; McCLOUD, D.E.; McGRAW, R.L.; BOOTE, K.J. Physiological aspects of peanut yield improvement. Crop Science, v. 18, p. 1015-1020, 1978.
- ENGLISH, M. J. Deficit irrigation. 1. Analytical framework. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, New York, v. 116, n. 3, p.339-412, 1990.
- ENYI, B.A.C. Physiology of grain yield in groundnuts (*Arachis hypogaea*). Exp. Agric., v.13, p.101-110, 1977.
- EVANS, G.C. The quantitative analysis of plant growth. Berkeley: University of California Press, 1972. 734p.

- FERREIRA, L.G.R.; SANTOS, I.F. dos; TÁVORA, F.J.F.; SILVA, J. V. da Déficit hídrico em cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.). Respostas fisiológicas e produção. Oleagineux, v. 47, n. 8-9, p. 523-530, 1992.
- FIEGENBAUM, V.; SANTOS, D. S. B. dos; MELLO, V. D. C.; SANTOS FILHO, B. G. dos; TILLMANN, M. A. A.; SILVA, J. B. da Influência do déficit hídrico sobre os componentes de rendimento de três cultivares de feijão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 26,n.2, p. 275-280, 1991.
- FISCHER,R.A.; TURNER,N.C. Plant productivity in the arid and semi-arid zones. Annual Review of Plant Physiology, v 29, p.277-327, 1978.
- FITTER, A.H.; HAY, R.K.M. Environmental physiology of plants. Academic Press, New York, 1981. p.7-13, 50-55.
- FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A.; BERGAMASCHI, H. Alterações micrometeorológicas na cultura da soja submetida a diferentes regimes hídricos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 27,n.5, p.661-669, 1992.
- FOURRIER, P.; PREVOT, P. Influence sur l'arachide de la pluviosité de la fumure minerale et du trmpagem des graines. Oleagineaux, v. 13, p. 805-809, 1958.
- GALBIATTI, J. A.; SILVA, M .N. da.; GARCIA, A.; CALDEIRA, D. S. A. Comportamento da cultura de amendoim submetida a diferentes épocas de paralisação da irrigação. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 30, n.2, p.195-200, 1995.
- GÓMEZ APARISI, J. El riego en la producción frutal. Necesidades hídricas: Riego tradicional y microirrigación. Riegos y Drenajes,v. 48, p. 18-24, 1991.
- GOLDBERG, S. D.; GORNAT, B.; SADAN, D. Relation between water consumption of peanuts and Class A pan evaporation during the growing season. Soil Science, v. 104, p. 289-296, 1967.

- GORBET, D. W.; RHOADS, F. M. Response of two peanut cultivars to irrigation and kylar. Agronomy Journal, v. 67, p. 373-376, 1975.
- GRANT, R. F.; JACKSON, B. S.; KINIRY, J. R.; ARKIN, G. F. Water deficit timing effects on yield components in maize. Agronomy journal, v. 81, p. 61-65, 1989.
- GREGORY, F.G. Physiological conditions in cucumber houses. 3rd. Ann. Rep. Exptl. Res. Stn. 1918. Nursery and Market Garden Industries Development Society LTD., Cheshunt, p.19-28.
- GUINN, G. MAUNEY, J.R Fruiting of cotton. II. Effects of plant moisture status and active boll load on boll retention. Agronomy Journal, v.76, p.94-98, 1984a.
- GUINN, G.; MAUNEY, J.R Fruiting of cotton. I. Effects of moisture status on flowering. Agronomy Journal, v.76, p.90-94, 1984b.
- HALL, A.E. Mathematical models of pant water loss and plant water relations. In: Physiological Plant Ecology, 1982. p. 231-262. Encyclop. Plant Physiology, New Series 12B. Springer Verlag, Berlin.
- HAMMOND, L. C.; BOOTE, K. J.; VARNELL, R. J.; ROBERTSON, W. K. Water use and yield of peanuts on a well-drained sandy soil. Proc. Amer. Peanut Res. & Educ. Asso. v. 10, p. 73, 1978. abstr.
- HARGREAVES, G. H.; SAMANI, Z. A. Economic considerations of deficit irrigation. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, New York, v. 110, n. 4, p.343-358, 1984.
- HARRIS, D.; MATHEWS, R.B.; NAGESWARA RAO, R.C.; WILLIAMS, I.H. The physiological basis for yield between four genotypes of groundnut (*Arachis hypogaea*) in response to drought. III Developmental processes. Experimental Agriculture. v.24, p.215-226, 1988.

- HESKETH, J.D.; BAKER, D.N.; DUNCAN, W.G. Simulation of growth and yield in cotton: respiration and carbon balance. Crop Science, v.11, p.394-398, 1976.
- HESKETH, J.D.; JONES, J.W. Integrating traditional growth analysis techniques with recent modeling of carbon and nitrogen metabolism. In: HESKETH, J.D.; JONES, J.W. Predicting photosynthesis for ecosystem models. CRC Press, Boca Raton, Florida, 1980. v.1. p.51-92.
- HEWITT, T. D; GORBET, D. W.; WESTBERRY, G. O. Economics of irrigating peanuts. Proc. Soil and Crop Science Fla., v. 39, p. 135-140, 1980.
- HSIAO, T. C. Plant response to water stress. Ann. Rev. Plant Physiol., v. 24, p. 519-570, 1973.
- HUNT, R. Plant growth analysis: the rationale behind the use of the fitted mathematical function. Annals of Botany, v.43, p.245-249, 1979.
- II'INA, A.I. Definition of the periods of high sensitivity of peanut plants to soil moisture. Soviet Plant Physiology. v.5, p.253-258, 1958 (também traduzido para o Francês em Oléagineaux, v. 14, p.89-92).
- JARVIS, P.G. The interpretation of the variations in leaf water potential and stomatal conductance found in canopies in the field. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Séries B, v. 273, p.593-610, 1976.
- JONES, M.M.; RAWSON, H.M. Influence of rate of development of leaf water deficits upon photosynthesis, leaf conductance, water use efficiency and osmotic potential in sorghum. Plant physiology, v. 45, p. 103-111, 1979.
- JUNG, P.K.; SCOTT, H.D. Leaf water potential, stomatal, resistance and temperature relations in field-grown soybeans. Agronomy Journal, v. 27,p.986-987, 1980.

- KANEMASU, E.T. & TANNER, C.B. Stomatal diffusion resistance of snap beans. I. Influence of leaf water potential. Plant physiol., 44:1547-52, 1969.
- KING, J.W. JR. The effect of Kylar and spacing on yield and growth characteristics of Starr Spanish and early Runner peanuts. Athens: University of Grecia, 1971. 102p. Thesis M.Sc.
- KOLLER, H.R. Analysis of growth within distinct strata of the soybean community. Crop Science, v.11, p.400-402, 1971.
- KOLLER, H.R. Leaf area-leaf wright relationships in the soybean canopy. Crop Science, v.12, p.180-183, 1972.
- KOLLER, H.R.; NYQUIST, W.E.; CHORUSH, I.S. Growth analysis of the soybean community. Crop Science, v.10, p.407-412, 1970.
- KRAMER, P.J. Transpiration. In: Water relations of plants, 1983. Cap. 11, p. 291-341. Academic Press, New York.-
- KVET, J.; ONDOCK, J.P.; NECAS, J.; JARVIS, P.G. Methods of growth analysis. In: SESTAK, Z.; CATSKY, J.; JARVIS, P.G., ed. Plant photosynthetic production: manual of methods. Haia, W.; JUNK, M.V., 1971. P.343-349.
- LAWLOR, D.W.; MILFORD, G.F.J. The control of water and carbon dioxide flux in water stressed sugar beet. J. Exp. Bot., v.26, p. 657-665, 1975.
- LEMAIRE, G.; DURAND, J.L.; LILA, M. Effet de la secheresse sur la digestibilité "in vitro", la teneur en EDF et la teneur en azote de la lucerne (*Medicago sativa* L.). Agronomie, v. 9, p. 841-848, 1989.
- LENKA, D.; MISRA, P. K. Response of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) to irrigation. Indian Journal of Agronomy, v. 18, p. 492-497, 1973.

- LEVITT, J. Responses of plants to environmental stresses. Academic Press, New York, 1972. 697p.
- MA, L.; GARDNER, F.P.; SELAMAT, A. Estimation of leaf area from leaf and total mass measurements in peanut. **Crop Science**, v.32, p.467-471, 1992.
- MAÑAS, F.M.S.O.; VALERO, J.A.J. Agronomía del riego. Madrid: Mundi- Prensa, 1993. 732p.
- MANNINI, P.; PIETROSI, I. Effetti dell'irrigazione sulla produttività e sulle caratteristiche qualitative del pomodoro da industria, in Emilia Romagna. L'Irrigazione, v. 1, p. 3-10, 1987.
- MANTELL, A.; GOLDIN, E. The influence of irrigation frequency and intensity on the yield and quality of peanuts (*arachis hypogaea* L.). Israel Journal Agricultural Res., v. 14, p. 203-210, 1964.
- MARQUARDT, D. An algorithm for least squares estimation of non-linear parameters. SIAM Journal of applied Mathematics, v.11, p.431-441, 1963.
- MARUR, C. J. Comparação das taxas de fotossíntese líquida, resistência estomática e produtividade de duas cultivares de algodoeiro submetidas ao estresse hídrico. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 26,n.2, p. 153-161, 1991.
- MATEOS, L.; BERENGENA, J.; ORGAZ, F.; TELLEZ, A.; FERERES, E. Efecto del riego por goteo y del riego por surco en la fenología y el rendimiento del algodón. Inv. Agr. Prod. Prot. Veg. V.61, p.69-80, 1991.
- MATHEWS, R.B.; HARRIS, D.; NAGESWARA RAO, R.C. The physiological basis for yield differences between four genotypes of groundnut (*Arachis hypogaea*) in response to drought. 1. Dry matter production and water use. Experimental Agriculture, v.24, p.191-202, 1988.

- MATLOCH, R. S.; GARTON, J. E.; STONE, J. F. Peanut irrigation studies in Oklahoma, 1956-1959. Oklahoma A. E. S. Bull. B-580, 1961.
- McCLOUD, D.E. Growth analysis of high yielding peanuts. Proc. Soil and Crop Science Soc. Fla., v.33, p.24-26, 1974.
- McCREE, K.J. An equation for the rate of respiration of white clover plants grown under controlled conditions. In: SETLIK, I. (Ed.) the prediction and measurement of photosynthetic productivity Wageningen, Pudoc, 1970. P.221-229.
- McCREE, K.J. Test of current definitions of photosynthetically active radiation against leaf photosynthesis data. Agricultural Meteorology, v. 10, p.443-453, 1972.
- McMICHAEL, B.L.; JORDAN, W.R.; POWELL, R.D. Abscission processes in cotton: induction by plant water deficit. Agronomy Journal, v.65, p.602-604, 1972b.
- McMICHAEL, B.L.; JORDAN, W.R.; POWELL, R.D. An effects as water stress on ethylene production by intact cotton petiols. Plant. physiol., v.49, p.658-660, 1972a.
- MEDEIROS, S. L. P.; WESTPHALEN, S. L.; MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H. Relações entre evapotranspiração e rendimento de grãos de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 26,n.1, p. 1-10, 1991.
- MELGES, E.; LOPES, N.F.; OLIVA, M.A. Crescimento, produção de matéria seca e produtividade da soja submetida a quatro níveis de radiação solar. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.24, n.9, p.1073-1080, 1989.
- METOCHIS, C. Irrigation of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) grown in a Mediterranean environment. Cambridge. Journal of Agricultural Science, v. 121, p. 343-6, 1993.
- MILLAR, A.A.; GARDNER, W.R.; GOLTZ, S.M. Internal water stress and transport in seed onion plants. Agronomy Journal, v.63, p.779-784, 1971.

- MILLAR, A.A.; GARDNER, W.R.; GOLTZ, S.M. Internal water stress and transport in seed onion plants. Agronomy Journal, v. 63, p. 779-784, 1971.
- MILTHORPE, F.L. The relative importance of the different stages of leaf growth in determining the resultant area. In: MILTHORPE, F.L. (ed.) The Growth of Leaves. London, Butterworths Scientific Publications, 1956. P.141-150.
- MONTEITH, J.L. Principles of environmental physics. Londres: Edward Arnold, 1975. 241p.
- MUSICK, T.; DUSEK, D.A. Planting date and water deficit effects on development and yield of irrigated winter wheat. Agronomy Journal, v.72, p.45-52, 1980.
- NAGESWARA RAO, R. C. SINGH, S.; SIVAKUMAR, M. V. K.; WILLIAMS, J. H.; WADIA, K. D. R. Effect of water deficit at different growth phases of peanut. I. Yield responses. Agronomy Journal, v. 77, p. 782-786, 1985.
- NAGESWARA RAO, R. C.; WILLIAMS, J. H.; SIVAKUMAR, M. V. K.; WADIA, K. D. R. Effect of water deficit at different growth phases of peanut. II. Response to drought during preflowering phase. Agronomy journal, v. 80, p. 431-438, 1988.
- NARASIMHAM, R. L.; SUBBA RAO, I. V.; SINGA RAO, M. Effect of moisture stress on response of groundnut to phosphate fertilization. Indian Journal of Agriculture Science, v. 47, p. 573-576, 1977.
- OCHS, R.; WORMER, T.M. Influence de l'alimentation in eau sur la croissance de l'arachide. Oléagineux, v.14, p.281-291, 1959.
- ONG, C.K. Agroclimatological factors affecting phenology of groundnut. In: Agrometeorology of Groundnut. Proceedings of International Symposium, 1986. ICRISAT Sahelian Center, Niamey, Niger, ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh, India. p.115-126.

- ONG, C.K. Agroclimatological factors affecting phenology of groundnut. in Agrometeorology of Groundnut. Proceedings of an International Symposium. ICRISAT Sahelian Centre. Niamey, Niger, ICRISAT, Patancheru. Andhra Pradesh, India. 1986. p.115-126.
- ONO, Y.; NAKAYAMA, K.; KUBOTA, M. The effects of soil temperature and soil moisture in podding zone on pod development of peanuts. Crop Science Society of Japan Proceedings, v. 43, p. 247-251, 1974.
- ORGAZ, F.; BONACHELA, S.; MATEOS, L.; FERERES, E. Desarrollo fenológico y producción de cultivares de algodón en el Valle del Guadalquivir bajo diversos regimenes del riego. Inv. Agr. Prod. Prot. Veg., v.61, p.53-67, 1991.
- PALLAS Jr., J. E.; STANSELL, J. R. Solar energy utilization of peanut under several soil-water regimes in Georgia. Oleagineaux, v. 33, p. 235-238, 1978.
- PALLAS Jr., J. E.; STANSELL, J. R.; KOSKE, T. J. Effects of drought on florunner peanuts. Agronomy journal, v. 71, n.5, p. 853-858, 1979.
- PALLAS, J.E. Jr.; STANSELL, J.R.; BRUCE, R.R. Peanut seed germination as related to soil water regime during pod development. Agronomy Journal, v.69, p.381-383, 1977.
- PANDEY, R. K.; HERRERA, W. A. T.; PENDLETON, J. W. Drought response of grain legumes under irrigation gradient: I. yield and yield components. Agronomy Journal, v. 76, p. 549-553, 1984.
- PANIAGRO, C.F.A.; ANDRADE, D.F. de; TSURUTA, J.H. software científico-NTIA. Campinas: SP. Embrapa-NTIA, 1995.
- PASSIOURA, J.B. The effect of root geometry on the yield of wheat growing on stored water. Australian Journal Agricultural Research, v.23, p.745-752, 1972.

- PATTEE, H.E.; YOUNG, C.T. (ed.) Peanut Science and technology. Yoakum, Texas: American Peanut Research and Education Society, 1982. 825p.
- PENNING DE VRIES, F.W.T. The cost of maintenance processes in plant cells. Ann. Bot., v.39, p.77-92, 1975a.
- PENNING DE VRIES, F.W.T. Use of assimilates in higher plants. In: COOPER, J.P. (ed.) Photosynthesis and productivity in different environments. London, Cambridge University Press, 1975b. P.459-480.
- PENNING DE VRIES, F.W.T. Respiration and growth. In: RESS, A.R.; COCKSHULL, K.E.; HAND, D.W.; HURD, R.G. (eds.) Processes in controlled environments. London, Academic Press, 1972. P.327-347.
- PREVOT, P.; OLLAGNIER, M. Le probleme de l'eau dans l'arachide. Oleagineaux, v. 12, p. 215-223, 1957.
- PROTO, D.; ALVINO, A.; ZERBI, G. Caratteristiche qualitative di alcune cultivar di pomodoro da industria, in relazione a differenti regimi irrigui, determinate su prodotto fresco ed inscatolato. Rev. di Agron., v. 17, p. 375-381, 1983.
- PRUITT, W.O.; LAURENCE, F.J.; VON OETTINGEN, S. Water use by crops as affected by climate and plant factors. Calif. Agric., 26:10-4, 1972.
- PUTNAM, D. H.; WRIGHT, J.; FIELD, L. A.; AYISI, K. K. Seed yield and water-use efficiency of white lupin as influenced by irrigation, row spacing, and weeds. Agronomy Journal, v. 84, p. 557-563, 1992.
- RADFORD, P.J Growth analysis formulae: their use and abuse. Crop Science, Madison, v. 7, p.171-175, 1967.
- RADFORD, P.J. Growth analysis formulae. Their use and abuse. Crop Science, v.7, p.171-175, 1967.

- RASCHKE, K. Stomatal action. Annu. Rev. Plant Physiology, v. 26, p. 309-340, 1975.
- REDDY, C. R. & REDDY, S. R. Scheduling irrigation for peanuts with variable amounts of available water. Agricultural Water Management, v. 23, p. 1-9, 1993.
- REICOSKY, D.C.; RITCHIE, J.T. Relative importance of soil resistance and plant resistance in water absorption. Soil Science Society America Journal, v. 40, p.293-297, 1976.
- RICHARDS, F.J. The quantitative, analysis of growth. In: STEWARD, F.C. Plant Physiology: a treatise. New York, Academic Press, 1969. p.3-76.
- RICHARDS, F.J. The quantitative analysis of growth. In F.C. Stewart (ed.) Plant physiology, a treatise, v. Va. Academic Press, New York, 1969, p. 3-77
- ROCHESTER, E. W.; BACKMAN, P. A.; YOUNG, S. C.; HAMMOND, J. M. Irrigation policies for peanut production. Alabama Agric. Exp. Sta. 241, 15p. 1978.
- SAINI, J. S.; SANDHU, R. S. Yield and quality of groundnut, as affected by irrigation and fertilizer levels. Journal of Res. Punjab Agricultural Univ., v. 10, p. 179-183, 1973.
- SAS INSTITUTE. SAS/STAT user's guide; version 6. 4. ed. Cary, 1994. 1686p. v. 1-2
- SHARPE, P.J.H. Adaxial and abaxial stomatal resistance of cotton in the field. Agronomy Journal, v. 65, p.570-574, 1973.
- SILVA, L.C.; FIDELES FILHO, J.; BELTRÃO, N.E. de M.; RAMANA RAO, T.V.; SANTOS, J.W. dos. Análise de crescimento de amendoim submetido a diferentes níveis de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 9., 1995. Campina Grande, PB. Anais ... Campina Grande: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1995. p.145-146.
- SILVA, L.C.; MOREIRA, J. De A.N.; TAVARES SOBRINHO, J.; BELTRÃO, N.E. de M. Recomendações técnicas para o cultivo do amendoim no Nordeste Brasileiro.

- Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1993. 26p. (Embrapa-CNPA. Circular Técnica, 16).
- SINCLAIR, T.R.; BIGHAM, G.B.; LEMON, E.R.; ALLEN JÚNIOR, R.H. Water use efficiency of field-grown maize during moisture stress. Plant Physiology, v. 56, p.245-249, 1975.
- SIONIT, N.; TEARE, I.D.; KRAMER, P.J. Effects of respected application of water stress on water status and growth of wheat. Physiol. Plant, v.50, p.11-15, 1982.
- SIVAKUMAR, M.V.; SARMA, P.S. Studies on water relations of groundnut. in Agrometeorology of Groundnut. Proceedings of an International Symposium. ICRISAT Sahelian Centre. Niamey, Niger, ICRISAT, Patancheru. Andhra Pradesh, India. 1986. p.83-98.
- SIVAKUMAR, M.V.K.; SARMA, P.S. Studies on water relations of groundnut. In: Agrometeorology of Groundnut. Proceedings of International Symposium, 1986. ICRISAT Sahelian Center. Niamey. Niger, ICRISAT, Patancheru, Andha Pradesh. India, p.83-98.
- SIVAKUMAR, M.V.K.; SHAW, R.H. Methods of growth analysis in field-grown soya beans (*Glycine max L. Merrill*). Ann. Bot., v.42, p.213-222, 1978.
- SKELTON, B. J.; SHEAR, G. M. Calcium translocation in the peanut (*Arachis hypogaea L.*). Agronomy Journal, v. 63, p. 409-412, 1971.
- SLATYER, R.O. Studies on the relations of crops plants grown under natural rainfall in Northern Australia. Australian Journal of Agricultural Research, v.6, p.365-377, 1955.

- STANSELL, J. R.; SHEPHERD, J., L.; PALLAS J. E.; BRUCE, R. R.; MILTIN, N. A.; BELL, D. K.; MORGAN, W. Peanut responses to soil water variables in the Southeast. Peanut Science, v. 3, p. 44-48, 1976.
- STOY, V. The translocation of C^{14} - labelled photosynthetic products from the leaf to the ear in wheat. Physiol. Plant, v.16, p.851-866, 1963.
- SU, K.C.; CHEN, T.R.; HSU, S.C.; TSENG, M.T. Studies on the processing of water absorption and economized irrigation of peanuts. Journal of Agricultural Association China, v.45, p.31-40, 1964.
- SZEICZ, G.; VAN BAVEL, C.H.M.; TAKAMI, S. Stomatal factor in the water use and dry matter production by sorghum. Agricultural Meteorology, v. 12, p.361-389, 1973.
- TÁVORA, F. J. A. F.; COSTA, O.J.O.; ALVES, J.F.; BARBOSA FILHO, M. Resposta do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) a diferentes níveis de disponibilidade hídrica. Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 16,n.2, p. 95-102, 1985.
- TÁVORA, F. J. A. F.; MELO, F. I. O. Resposta de cultivares de amendoim a ciclos de deficiência hídrica: crescimento vegetativo, reprodutivo e relações hídricas. Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 22,n.1/2, p. 47-60, 1991.
- TINUS, R.W. Impact of the CO_2 requirement on plant water use. Agricultural Meteorology, v. 14, p.99-112, 1974.
- TUNER, N.C.; BEGG, J.E. Stomatal behavior and water status of maize, sorghum and tobacco under field conditions. I. At high soil water potential. Plant Physiology, v. 51, p.31-36, 1973.
- TURK,K.J.; HALL,A.E. Drought adaptation of cowpea iv. Influence of drought on water use, and relations with growth and seed yield. Agronomy Journal, v.72, p.434-439, 1980.

- TURNER, N.C. Stomatal behavior and water status of maize, sorghum, and tabacco under field conditions. II At low soil water potential. Plant Physiology, v. 53, p.360-365 1974.
- TURNER, N.C. Stomatal resistance to transpiration in tree controlling canopies. Crop Science, v. 9, p. 303-307, 1969.
- TURNER, N.C.; BEGG, J.E. Stomatal behavior and water status of maize, sorghum, and tabacco under field conditions. II At low soil water potential. Plant Physiology, v. 53, p.360-365, 1974.
- UNDERWOOD, C.V.; TAYLOR, H.M.; HOVELAND, C.S. Soil physical factors affecting peanut pod development. Agronomy Journal, v.63, p.953-954, 1971.
- VAN HOVE, C.; LOPEZ, F.Y. Fisiologia de Azolla. In: CURSO SOBRE LA UTILIZACIÓN DE AZOLLA EN LATINO-AMERICA TROPICAL. Lima [s.n.], 1983. 56p.
- VARNELL, R.J.; MWANDEMERE, H.; ROBERTSON, W.K.; BOOTE, K.J. Peanut yields affected by soil water, no-till, and gypsum. Proc. Soil and Crop Sci. Soc. Fla., v.35, p.56-59, 1976.
- VERNON, A.J.; ALLISON, J.C.S. A method of calculating net assimilation rate. Nature, v.200, p. 814, 1963.
- VIEIRA, A.R.R.; STEINMETE, S.; BRUNINI, O. Parâmetros de crescimento de duas cultivares de arroz sob diferentes regimes de água no solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.25, n.6, p.897-904, jun.1990.
- VIVEKANANDAN, A.S.; GUNASENA, P.M. Lysimetric studies on the effect of soil moisture tension on the growth and yield of maize (*Zea mays* L.) and groundnut

- (*Arachis hypogaea* L.). Beitr. Trop. Landwirtsch. Veterinarmed., v.14, p.369-378, 1976.
- VOLPE, C.A.; BRUNINI, O.; CAMARGO, M.B.P. Resistência estomática à difusão de vapor d'água de folhas de milho em função da radiação fotossinteticamente ativa em condições de campo. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.25, n.7, p.915-924, 1990.
- WAGGONER, P.E.; TURNER, N.C. Comparison of simulated and actual evaporation from maize and soil in a lysimeter. Agricultural Meteorology, v. 10, p.113-123, 1972.
- WATSON, D.J. The physiological basis of variation in yield. Advances in Agronomy, v. 4, p.101-145, 1952.
- WATSON, D.J. The dependence of net assimilation rate on leaf area index. Ann. Bot., v.22, p.37-54, 1968.
- WILLIAMS, J.H.; WILSON, J.H.H.; BATE, G.C. The growth and development of four groundnut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars in Rhodesia. Rhodesia Journal of Agricultural Research, v.13, p.131-144, 1975a.
- WILLIAMS, J.H.; WILSON, J.H.H.; BATE, G.C. The growth of groundnuts (*Arachis hypogaea* L. cv. Makulu Red) at three altitudes in Rhodesia. Rhodesia Journal of Agricultural Research, v.13, p.33-43, 1975b.
- WOLFE, D. W.; HENDERSON, D. W.; HSIAO, T. C.; ALVINO, A. Interactive water and nitrogen effects on senescence of maize. I. Leaf area duration, nitrogen distribution, and yield. Agronomy journal, v. 80, p. 859-864, 1988.
- WORMER, T. M. M.; OCHS, R. Humidité du sol, ouverture des stomates et transpiration du palmier et de l'arachide. Oleagineux, v. 14, p. 571-580, 1959.

- WRIGHT, G. C.; HUBICK, K. T.; FARQUHAR, G. D. Physiological analysis of peanut cultivar response to timing and duration of drought stress. Australian Journal for Agricultural Research, v. 42, p. 453-470, 1991.
- WRIGHT, G. C.; NAGESWARA RAO, R. C. Groundnut water relations. In: J. SMARTT. The groundnut crop: scientific basis for improvement. Chapman & Hall, London, 1994. p. 281-335.
- WRIGHT, G.C.; NAGESWARA RAO, R.C.; FARQUHAR, G.D. Peanut cultivar variation in water-use efficiency and carbon isotope discrimination under drought conditions in the field. Crop Science, v.34, p.92-97, 1994.
- WRIGHT, G.C.; NAGESWARA RAO, R.C.; FARQUHAR, G.D. Water-use efficiency and carbon isotop discrimination in peanut under water deficit conditions. Crop Science, v. 34, p. 92-97, 1994.
- YOUNG, J.H.; COX, F.R.; MARTIN, C.K. A peanut growth and development model. Peanut Science, v.6, p.27-35, 1979.

7 - APÊNDICES

APÊNDICE I

Tabela 1 - Resumo das análises da variância para produção de amendoim em grãos (Prodg) e amendoim em casca (Prodc) para os anos de 1994 e 1995. Rodelas, BA.

F. V.	G. L.	Quadrados Médios			
		Prodg 94	Prodg 95	Prodc 94	Prodc 95
intervalo (I)	2	757103,08**	750516,08**	1091201,08**	1043753,53**
Lâmina dentro de (I) 1	2	219941,58**	265872,58**	481786,58**	596922,58**
Lâmina dentro de (I) 2	2	2019196,75**	2385189,25**	3938149,00**	3716006,58**
Lâmina dentro de (I) 3	2	898508,33**	891127,58**	1812795,58**	1636525,75**
Lâmina (L)	2	2491094,33**	2817313,58**	4909264,75**	4751949,53**
Intervalo dentro de (L) 1	2	419712,58**	367864,08**	774272,33**	596889,75**
Intervalo dentro de (L) 2	2	384167,58**	288109,75**	529949,08**	475647,58**
Intervalo dentro de (L) 3	2	599775,25**	819418,08**	1110446,08**	1168720,58**
Bloco	3	50687,68	227051,22	82144,16	264706,49
Erro	27	19099,25	28656,29	40267,57	62761,42
Coeff. Variação (%)		9,88	12,15	9,99	11,88

**F: Significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns F: Não significativo

APÊNDICE II

TABELA 2. Coeficientes da função de produção $y = a + bL + cI - dL^2 - eI^2 + fLI^*$, ajustados para os valores de produtividade de grãos (Prodg) de amendoim e amendoim em casca (Prodc) em função das lâminas e intervalos de irrigação nos anos de 1994 e 1995. Rodelas, BA.

Variáveis	Coeficientes						
	a	b	c	d	e	f	r ²
Prodg 94	694,33	1,12	112,43	-0,000256	-50,12	0,354	0,81
Prodg 95	280,93	1,55	224,12	-0,000378	-60,50	0,312	0,74
Prodc 94	794,05	3,27	45,13	-0,002040	-54,09	0,500	0,79
Prodc 95	412,12	4,02	155,61	-0,002521	-61,11	0,407	0,73
Prodg94/95	487,630	1,334	168,276	-0,000317	-55,31250	0,3332	0,765
Prodc94/95	603,085	3,625	100,369	-0,002280	-57,60416	0,4542	0,761

* L significa lâmina de irrigação

* T significa intervalo de irrigação

APÊNDICE III

TABELA 3 Resumo das análises conjuntas da variância para produção de amendoim em grãos (Prodg) e amendoim em casca (Prodc) para os anos de 1994 e 1995. Rodelas, BA

F. V.	GL	Quadrados Médios	
		Prodg	Prodc
Lâmina (L)	2	5303357,79**	9659711,34**
Intervalo (I)	2	1502733,16**	2131934,76**
L x I	4	681516,58**	1256076,74**
Bloco	3	195351,27	80631,74
Erro (a)	24	28755,43	40928,29
Ano (A)	1	66795,12ns	1136,05ns
L x A	2	5050,12ns	1502,93ns
I x A	2	4886,00ns	3018,84ns
L x I x A	4	4197,50ns	4409,15ns
Erro (b)	27	30315,85	92479,06
CV % (a)		12,34	10,01
CV % (b)		12,67	15,06

** F: Significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns F: Não significativo

APÊNDICE IV

TABELA 4 Coeficientes da função de produção $y = a + bL + cI - dL^2 - eI^2 + fL*I$, ajustados para os valores de produtividade de grãos (Prodg) de amendoim e amendoim em casca (Prodc) em função das lâminas e intervalos de irrigação 1994/1995, Rodelas, BA.

Variáveis	Coeficientes						
	a	b	c	d	e	f	r ²
Prodg	487,630	1,334	168,2760	-0,000317	-55,31250	0,33328	0,765
Prodc	603,085	3,625	100,3697	-0,002280	-57,60416	0,45421	0,761

* L: lâmina de irrigação

* T: intervalo de irrigação

APÊNDICE V

TABELA 5. Resumo da análise de variância para as variáveis de rendimento (%) de grãos (G/V), percentagem de vagem chocha (PVC), percentagem de sementes perfeitas (PSP), peso de 100 sementes (PCS), peso de 100 vagens (PCV), teor de óleo (TO), para o ano de 1994.

F. variação	G.L.	Quadrados Médios					
		G/V	PVC	PSP	PCS	PCV	TO
Intervalo (I)	2	0,008*	7,00 ^{ns}	4,11 ^{ns}	15,19 ^{ns}	532,00 ^{ns}	5,95**
Lâmina dentro de (I)							
2	2	0,0002 ^{ns}	64,33*	12,33 ^{ns}	6,08 ^{ns}	74,08 ^{ns}	2,04 ^{ns}
Lâmina dentro de (I)							
4	2	0,0004 ^{ns}	16,08 ^{ns}	24,33 ^{ns}	20,58 ^{ns}	95,08 ^{ns}	0,52 ^{ns}
Lâmina dentro de (I)							
6	2	0,007*	56,58*	16,58 ^{ns}	7,75 ^{ns}	800,33 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Lâmina (L)	2	0,002 ^{ns}	116,08**	38,52*	2,86 ^{ns}	684,08 ^{ns}	1,81 ^{ns}
Intervalo dentro de							
(L) 300 mm	2	0,0008 ^{ns}	15,08 ^{ns}	1,00 ^{ns}	10,58 ^{ns}	565,08 ^{ns}	4,47*
Intervalo dentro de							
(L) 500 mm	2	0,011**	5,25 ^{ns}	15,75 ^{ns}	23,08 ^{ns}	145,59 ^{ns}	1,18 ^{ns}
Intervalo dentro de							
(L) 700 mm	2	0,0003 ^{ns}	7,58 ^{ns}	2,08 ^{ns}	13,08 ^{ns}	106,75 ^{ns}	1,12 ^{ns}
Erro	24	0,0014	15,81	9,02	8,68	259,27	1,09
C.V.(%)		5,42	31,19	3,15	6,14	8,22	2,20

* F: significativo ao nível de 5% de probabilidade

** F: significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns F: não significativo

APÊNDICE VI

TABELA 6. Resumo da análise de variância para as variáveis de rendimento (%) de grãos (G/V), percentagem de vagem chocha (PVC), percentagem de sementes perfeitas (PSP), peso de 100 sementes (PCS), peso de 100 vagens (PCV), teor de óleo (TO), para o ano de 1995.

F. variação	G.L.	Quadrados Médios					
		G/V	PVC	PSP	PCS	PCV	TO
Intervalo (I)	2	0,013 ^{**}	24,69 [*]	14,69 ^{ns}	14,52 [*]	1610,19 ^{**}	4,27 ^{**}
Lâmina dentro de (I)							
2	2	0,001 ^{ns}	9,08 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	4,75 ^{ns}	1,58 ^{ns}	0,49 ^{ns}
Lâmina dentro de (I)							
4	2	0,014 ^{**}	1,00 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,25 ^{ns}	26,33 ^{ns}	0,12 ^{ns}
Lâmina dentro de (I)							
6	2	0,008 [*]	18,75 [*]	21,58 ^{ns}	2,33 ^{ns}	379,00 ^{ns}	0,46 ^{ns}
Lâmina (L)	2	0,016 ^{**}	14,11 ^{ns}	7,19 ^{ns}	3,69 ^{ns}	176,36 ^{ns}	0,95 ^{ns}
Intervalo dentro de							
(L) 300 mm	2	0,008 [*]	29,08 ^{**}	27,00 ^{ns}	8,33 ^{ns}	724,08 [*]	1,69 ^{ns}
Intervalo dentro de							
(L) 500 mm	2	0,011 [*]	1,33 ^{ns}	2,08 ^{ns}	8,08 ^{ns}	126,58 ^{ns}	1,15 ^{ns}
Intervalo dentro de							
(L) 700 mm	2	0,002 ^{ns}	9,00 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	1,75 ^{ns}	990,08 ^{**}	1,54 ^{ns}
Erro	24	0,0021	5,71	9,9	4,14	194,54	0,72
C.V.(%)		7,09	5,47	3,16	4,39	8,04	1,78

* F: significativo ao nível de 5% de probabilidade

** F: significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns F: não significativo

APÊNDICE VII

TABELA 8. Coeficientes da equação $Y = \frac{a}{1 + \exp^{-(b + ct)}}$ ajustada aos dados de peso de fitomassa total, onde t é o tempo em dias após a semeadura.

Tratamentos	Coeficientes			
	a	b	c	R ²
700 mm/2 dias	615,629	-4,465	0,077	0,98**
700 mm/4 dias	672,061	-5,457	0,095	0,99**
700 mm/6 dias	414,604	-4,816	0,091	0,99**
500 mm/2 dias	568,134	-4,646	0,079	0,98**
500 mm/4 dias	406,354	+5,276	0,103	0,99**
500 mm/6 dias	375,711	-4,614	0,087	0,99**
300 mm/2 dias	437,103	-5,597	0,109	0,99**
300 mm/4 dias	508,948	-4,050	0,063	0,98**
300 mm/6 dias	354,992	-4,045	0,072	0,99**

APÊNDICE VIII

TABELA 9. Coeficientes da equação $Y = \frac{a}{1 + \exp^{-(b+ct)}}$ ajustada aos dados de peso seco das folhas, onde t é o tempo em dias após a semeadura.

Tratamentos	Coeficientes			
	a	b	c	R ²
700 mm/2 dias	100,623	-6,746	0,169	0,96**
700 mm/4 dias	135,305	-5,482	0,120	0,98**
700 mm/6 dias	84,517	-6,814	0,167	0,98**
500 mm/2 dias	96,679	-6,362	0,150	0,98**
500 mm/4 dias	85,258	-7,080	0,173	0,98**
500 mm/6 dias	79,731	-6,246	0,151	0,98**
300 mm/2 dias	89,354	-6,093	0,150	0,98**
300 mm/4 dias	88,123	-4,300	0,098	0,99**
300 mm/6 dias	81,648	-4,229	0,097	0,98**

APÊNDICE IX

TABELA 10. Coeficientes da equação $Y = \frac{a}{1 + \exp^{-(b + c.t)}}$ ajustada aos dados de peso dos ramos, onde t é o tempo em dias após a semeadura.

Tratamentos	Coeficientes			
	a	b	c	R ²
700 mm/2 dias	165,316	-5,816	0,130	0,98**
700 mm/4 dias	215,710	-6,217	0,127	0,98**
700 mm/6 dias	130,331	-6,385	0,147	0,98**
500 mm/2 dias	160,790	-5,906	0,128	0,97**
500 mm/4 dias	138,360	-6,389	0,143	0,99**
500 mm/6 dias	124,020	-6,358	0,146	0,99**
300 mm/2 dias	142,810	-5,717	0,127	0,99**
300 mm/4 dias	156,055	-3,949	0,077	0,97**
300 mm/6 dias	149,176	-3,555	0,066	0,96**

APÊNDICE X

TABELA 11. Coeficientes da equação $Y = \frac{a}{1 + \exp^{-(b - ct)}}$ ajustada aos dados de peso dos órgãos reprodutivos, onde t é o tempo em dias após a semeadura.

Tratamentos	Coeficientes			
	a	b	c	R ²
700 mm/2 dias	442,123	-5,968	0,075	0,99*
700 mm/4 dias	386,844	-6,661	0,089	0,98**
700 mm/6 dias	211,306	-6,851	0,098	0,99**
500 mm/2 dias	342,515	-6,492	0,086	0,99**
500 mm/4 dias	225,530	-6,049	0,084	0,98**
500 mm/6 dias	175,228	-7,276	0,102	0,99**
300 mm/2 dias	187,973	-9,163	0,152	0,98**
300 mm/4 dias	236,736	-6,868	0,082	0,89*
300 mm/6 dias	97,301	-7,959	0,125	0,98**

APÊNDICE XI

TABELA 12. Coeficientes da equação $Y = \frac{a}{1 + \exp^{-(b + ct)}}$ ajustada aos dados de peso de raízes, onde t é o tempo em dias após a semeadura.

Tratamentos	Coeficientes			
	a	b	c	R ²
700 mm/2 dias	15,858	-3,817	0,095	0,96**
700 mm/4 dias	14,983	-3,218	0,075	0,88**
700 mm/6 dias	13,588	-2,860	0,064	0,91**
500 mm/2 dias	13,703	-3,053	0,069	0,95**
500 mm/4 dias	14,262	-3,540	0,084	0,94**
500 mm/6 dias	13,365	-3,110	0,070	0,96**
300 mm/2 dias	13,511	-2,754	0,067	0,93**
300 mm/4 dias	15,494	-2,373	0,045	0,96**
300 mm/6 dias	15,909	-9,555	0,204	0,52*

APÊNDICE XII

TABELA 13. Coeficientes da equação $Y = \frac{a}{1 + \exp^{-(b + c.t)}}$ ajustada aos dados de peso de índice de área foliar, onde t é o tempo em dias após a semeadura.

Tratamentos	Coeficientes			
	a	b	c	R ²
700 mm/2 dias	3,946	-6,634	0,167	0,96**
700 mm/4 dias	4,446	-6,577	0,158	0,93**
700 mm/6 dias	3,335	-6,670	0,165	0,98**
500 mm/2 dias	3,800	-6,201	0,147	0,98**
500 mm/4 dias	3,362	-6,912	0,170	0,98**
500 mm/6 dias	3,152	-6,095	0,148	0,98**
300 mm/2 dias	3,517	-6,002	0,149	0,98**
300 mm/4 dias	3,471	-4,237	0,097	0,99**
300 mm/6 dias	3,228	-4,152	0,096	0,98**

APÊNDICE XIII

Vista parcial da região de Rodelas, BA.

APÊNDICE XIV

Vista parcial de um bloco do experimento

APÊNDICE XV



Coleta de dados e informações porométricas utilizando o LI - 6000