

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE AMENDOIM SUBMETIDO A CICLOS DE
DEFICIÊNCIA HÍDRICA

CATIVO

C342319
R598100
BCT
23/05/97

JOSÉ OSCAR LUSTOSA DE OLIVEIRA JÚNIOR

T632
045cn
1993

BCT/UFCA CATIVO

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM FITOTECNIA.

FORTALEZA - CEARÁ

1993

UFCA/BU/BCT 23 Mai 1997



R598100 Crescimento e produção de amendoim subm
C342319

045cn

Esta dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca de Ciências e Tecnologia da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida desde que seja feita de conformidade com as normas de ética científica.

[REDACTED]
JOSÉ OSCAR LUSTOSA DE OLIVEIRA JÚNIOR

DISSERTAÇÃO APROVADA EM

14/12/93

[REDACTED]
Prof. FRANCISCO JOSÉ ALVES FERNANDES TÁVORA, Ph.D.

Orientador

[REDACTED]
Prof. FRANCISCO IVALDO OLIVEIRA MELO, Dr.

Conselheiro

[REDACTED]
Prof. LUIS GONZAGA REBOUÇAS FERREIRA, Ph.D.

Conselheiro

UFC/BU/BCT 23/05/1997



R598100 Crescimento e produção de
C342319 anendoim subme
T632

O45c

In memoriam,

À minha avó Maria de Lourdes

Lustosa de Oliveira

Aos

meus pais,

José Oscar e Maria Amélia,

À minha noiva Auristela,

Ao meu irmão Victor e meu

sobrinho Jonhnanthan,

Aos familiares que me apoiam

nesta eterna busca de

conhecimento.

D E D I C O

AGRADECIMENTOS

À DEUS por todas as nossas conquistas e ensinamentos adquiridos, e que, incomparável e inconfundível na sua infinita bondade, compreendeu os nossos anseios e nos deu a necessária coragem para atingirmos o nosso objetivo;

À Universidade Federal do Ceará pela oportunidade oferecida para a realização deste curso;

Ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio financeiro durante o curso;

Ao Professor Francisco José Alves Fernandes Távora, pela orientação e apoio na execução e redação desta dissertação;

Aos professores Francisco Ivaldo Oliveira Melo e Luis Gonzaga Rebouças Ferreira pela colaboração e sugestões apresentadas a esta dissertação;

As Bibliotecárias da Biblioteca de Ciências e Tecnologia, e em especial as Bibliotecárias Zildemir e Fabiola Bezerra pela correção e revisão das referências bibliográficas;

Aos demais professores do departamento de Fitotecnia, pelos ensinamentos transmitidos ao longo do curso;

Ao Engenheiro Agrônomo Manoel Barbosa Filho pela ajuda nas avaliações preliminares;

Ao monitor da disciplina estatística e experimentação agrícola Claudomiro Moura pela importante colaboração na análise estatística e construção dos gráficos;

À todos os colegas do Curso de Pós-Graduação, especialmente a Petronio Timbó, Francly, Raimundo Ivan, Ana Zélia, Maria José, Clemens, Elenimar, Célio Maia e Fernando pela sincera amizade e convivência durante o curso;

Aos colegas de outros departamentos pela amizade durante o curso;

Aos funcionários do departamento de Fitotecnia pela amizade e presteza durante este período de convivência;

À todos aqueles que, direta ou indiretamente contribuíram para a consecução deste trabalho.

SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2 - <u>REVISÃO DE LITERATURA</u>	3
2.1 - <u>Relações Hídricas</u>	3
2.2 - <u>Curva Pressão-Volume</u>	5
2.3 - <u>Ajustamento Osmótico</u>	7
2.4 - <u>Conteúdo Relativo de Água</u>	10
2.5 - <u>Resistência Estomática e Transpiração</u>	11
2.6 - <u>Crescimento e Desenvolvimento</u>	13
3 - <u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	15
3.1 - <u>Caracterização do Experimento</u>	15
3.2 - <u>Curva Pressão-Volume</u>	18
3.3 - <u>Variáveis Hídricas Foliares</u>	19
3.4 - <u>Crescimento e Desenvolvimento</u>	23
3.5 - <u>Delineamento Estatístico</u>	24
4 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	26
4.1 - <u>Ajustamento Osmótico</u>	26

4.1.1 - <u>Potencial Osmótico</u>	26
4.2 - <u>Conteúdo Relativo de Água</u>	27
4.3 - <u>Resistência Estomática</u>	27
4.4 - <u>Transpiração</u>	32
4.5 - <u>Crescimento e Desenvolvimento</u>	34
4.5.1 - <u>Fase Vegetativa</u>	34
4.5.1.1 - <u>Matéria Seca da Parte Aérea, Matéria Seca da Raiz e Relação Raiz/Parte Aérea</u>	34
4.5.1.2 - <u>Número de Ramificações Secundárias e Terciárias</u>	38
4.5.2 - <u>Fase Reprodutiva</u>	41
4.5.2.1 - <u>Produção de Flores</u>	41
4.5.2.2 - <u>Produção de Ginóforos e Frutos</u>	42
4.5.2.3 - <u>Índice de Colheita</u>	43
5 - <u>CONCLUSÕES</u>	53
6 - <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	55

LISTA DE TABELAS

TABELAS	PÁGINA
1 Análise da composição granulométrica, classificação textural e fertilidade do solo utilizado no experimento com a cultura do amendoim.....	16
2 Potencial osmótico na turgescência máxima (PO^{100}), potencial osmótico na turgescência nula (PO^0), e conteúdo relativo de água na turgescência nula (CRA^0), de duas cultivares de amendoim submetidas a ciclos de deficiência hídrica.....	28
3 Análise de variância do potencial osmótico na turgescência máxima (PO^{100}), potencial osmótico na turgescência nula (PO^0) e conteúdo relativo de água na turgescência nula (CRA^0), de duas cultivares de amendoim submetidas a ciclos de deficiência hídrica....	29
4 Evolução da resistência estomática ($s.cm^{-1}$) de duas cultivares de amendoim submetidas a ciclos de deficiência hídrica.....	31

TABELAS

PÁGINA

5	Evolução da transpiração ($\text{g.cm}^2.\text{s}^{-1}$) de duas cultivares de amendoim submetidas a ciclos de deficiência hídrica.....	33
6	Matéria seca da parte aérea e da raiz, e relação raiz/parte aérea de duas cultivares de amendoim submetidas a ciclos de deficiência hídrica.....	36
7	Análise de variância da matéria seca da parte aérea e da raiz, e da relação raiz/parte aérea de duas cultivares de amendoim submetidas a ciclos de deficiência hídrica.....	37
8	Número de ramificações secundárias e terciárias de duas cultivares de amendoim submetidas a ciclos de deficiência hídrica.....	39
9	Análise de variância do número de ramificações secundárias e terciárias de duas cultivares de amendoim submetidas a ciclos de deficiência hídrica.....	40

TABELAS

PÁGINA

10	Número de flores, frutos, ginóforos e relação frutos/flores de duas cultivares de amendoim submetidas a ciclos de deficiência hídrica.....	44
11	Análise de variância do número de flores, frutos e ginóforos de duas cultivares de amendoim submetidas a ciclos de deficiência hídrica.....	45
12	Produção de frutos (g/planta) e índice de colheita (%) de duas cultivares de amendoim submetidas a ciclos de deficiência hídrica....	50
13	Análise de variância do peso seco dos frutos e índice de colheita de duas cultivares de amendoim submetidas a ciclos de deficiência hídrica.....	52

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS	PÁGINA
1 Relação linear entre potencial hídrico e peso fresco da folha de cultivares de amendoim.....	21
2 Curva Pressão-Volume. Relação entre o inverso do potencial hídrico e o conteúdo relativo de água, em folhas de amendoim.....	22
3 Evolução da floração da cultivar Tatu ao longo do ciclo da cultura.....	46
4 Evolução da floração da cultivar PI-165 317 ao longo do ciclo da cultura.....	47
5 Percentagem de frutos e ginóforos em relação às flores produzidas, na cultivar Tatu.....	48
6 Percentagem de frutos e ginóforos em relação às flores produzidas, na cultivar PI-165 317.....	49

RESUMO

Um estudo foi conduzido em condições de casa-de-vegetação, com o objetivo de estudar as relações hídricas através da câmara de pressão e do porômetro, bem como o crescimento e produção de duas cultivares de amendoim submetidas a deficiência hídrica. Os tratamentos foram representados por dois regimes hídricos: irrigado e estressado, e pelas cultivares: Tatu e a PI-165 317. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado em um ensaio fatorial 2 X 2 com seis repetições para o estudo do crescimento e produção, e duas para o estudo das relações hídricas. As alterações encontradas no potencial osmótico, no tratamento estressado, não foram significativas para ambas as cultivares, constatando-se assim a não ocorrência do ajustamento osmótico. As cultivares apresentaram-se muito sensíveis à deficiência hídrica através do aumento da resistência estomática e diminuição da taxa de transpiração, tanto na superfície dorsal como na ventral. As plantas mostraram uma rápida recuperação com o restabelecimento dos valores destas variáveis, ao nível do irrigado, logo no dia seguinte ao levantamento da deficiência hídrica. A matéria seca da parte aérea e do sistema radicular foram reduzidas pela deficiência hídrica, bem como a relação raiz/parte aérea. O número de ramificações secundárias e terciárias não foi afetado pela deficiência hídrica. Porém, a produção de flores por planta foi bastante reduzida em ambas as cultivares, com a PI-165 317 sendo a mais produtiva, tendo

sofrido maiores reduções. O quadro fenológico não foi afetado pela deficiência hídrica, apresentando o início da floração aos 22 dias após a germinação (DAG), e um pico na segunda semana a partir do início da floração, independente do regime hídrico aplicado. No tratamento estressado, o número de ginóforos foi reduzido, embora em menor escala que o de frutos, evidenciando que os processos de polinização e fertilização foram menos afetados pela deficiência hídrica que o preenchimento dos frutos. Tanto a produção de frutos como o índice de colheita foram comprometidos pela deficiência hídrica, com a Tatu apresentando-se mais sensível. Em geral, os resultados permitem avaliar um melhor comportamento da PI-165 317 quando a disponibilidade hídrica era limitada.

ABSTRACT

A greenhouse study was conducted to evaluate water relations with the use of the porometer and pressure chamber, as well as growth and yield of two peanut cultivars submitted to water stress. The treatments consisted of two water regimes (irrigated and stressed), and of two cultivars (Tatu and PI-165 317). The statistic design was the completely randomized in 2X2 factorial essay with six replications for growth and production, and two for water relations. The alterations on osmotic potential on the stressed treatment were not significant for both cultivars, proving that osmotic adjustment did not occur. Stomatal resistance increase and transpiration rate decrease proved that the peanut cultivars are very sensible to water stress. Peanut plants were able to recover rapidly from water stress by the restitution of the two parameters one day after the end of the water stress cycle. Water stress reduced both root and shoot dry matter production, and root/shoot ration. The number of secondary and tertiary ramifications was not affected by water stress. On the other hand, flower production per plant decreased substantially on both cultivars. The most productive cultivar (PI-165 317), suffered greater reductions. Plant phenology was not affected by water stress. Flowering process started at 22 day after germinated (DAG), and the peak occurred on the second week after the beginning of the process, independent of the water regime. The peg number was less reduced by water stress than the fruits, indicating that pollination

and fertilization processes was least affected by water stress than fruit filling. Drought affected both yield and harvest index of Tatu and PI-165 317 cultivars. The results permitted to evaluate a better performance of PI-165 317 when the water availability was limited.

1 - INTRODUÇÃO

O amendoim (Arachis hipogaea L.), pertence à família Leguminosae, sub-família Papilionoideae. É originário da América do Sul, mais precisamente do Brasil, sendo cultivado na Ásia, África, Sul da Europa e em toda a América. Segundo dados estatísticos da FIBGE (1992), no Brasil, os maiores cultivos estão localizados nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul. No Nordeste brasileiro, o maior cultivo está localizado no estado da Bahia.

Segundo GREGORY et al. (1973) citado por BOOTE (1983); o gênero Arachis é largamente disperso através do Brasil, Argentina, Bolívia, Paraguai e Peru. O centro geográfico de origem da espécie cultivada é presumivelmente o Oeste dos Andes, na Bolívia.

O suprimento de água em muitas partes do mundo é restrito e a produtividade, nestes ambientes, somente pode ser aumentada através do desenvolvimento de culturas bem adaptadas às condições de seca. O "status" hídrico de uma planta cultivada é geralmente definido em termos de seu conteúdo de água e do potencial hídrico e seus componentes.

Tradicionalmente, o efeito do baixo potencial hídrico no crescimento tem sido atribuído à perda da turgescência. O ajustamento osmótico, isto é, a redução do potencial osmótico celular com o conseqüente decréscimo do potencial hídrico da folha, foi reconhecido como um mecanismo adaptativo utilizado pelas plantas para manter a pressão de turgescência e o crescimento (TURNER, 1986).

O ajustamento osmótico é de fundamental importância para a manutenção do crescimento e produção das plantas submetidas ao estresse hídrico, podendo vir a constituir um importante variável em programas de melhoramento que objetive o aumento da adaptação à seca.

Várias técnicas são utilizadas para medição do "status" hídrico de uma planta. Desde a sua redescoberta por SCHOLANDER et al. (1965), a técnica da câmara de pressão tem evoluído como o método mais utilizado. Isto se deve ao fato de que a câmara de pressão pode ser usada para medições tanto do potencial hídrico como também do potencial osmótico, através da curva pressão-volume. O estudo das relações hídricas das plantas tem sido facilitado pelas determinações de variáveis como, potencial hídrico, potencial osmótico e conteúdo relativo de água, realizadas através deste método. A mensuração destas variáveis poderá levar ao conhecimento da capacidade das plantas de se ajustarem osmoticamente. Uma maior eficiência no ajustamento osmótico do amendoim poderá ser decisiva para sua expansão em regiões onde a disponibilidade hídrica é limitada, como é o caso do Nordeste brasileiro.

O presente trabalho teve como objetivo principal estudar as relações hídricas de cultivares de amendoim pelo método da curva pressão-volume, visando principalmente a identificação da ocorrência ou não do ajustamento osmótico em resposta ao déficit hídrico. Objetiva também, estudar o crescimento destas cultivares quando submetidas a condições de deficiência hídrica.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - RELAÇÕES HÍDRICAS

Segundo HSIAD (1973), o déficit hídrico provoca diversas alterações nos processos fisiológicos e metabólicos das plantas. Esses processos apresentam diferentes níveis de susceptibilidade. A sensibilidade ao déficit hídrico pode também diferir em função da espécie e do estágio de desenvolvimento da planta. O processo mais afetado pelo déficit hídrico é o alongamento celular, o qual está intimamente ligado à turgescência da célula.

Há muito tempo, o potencial hídrico tem sido aceito como medida fundamental do "status" energético da água na planta. Constitui-se em indicador fisiológico do estresse hídrico necessitando, entretanto, ser determinado com cuidado, haja vista que a adaptação fisiológica das espécies ao ambiente pode influenciar o nível de potencial hídrico a ser atingido pela planta quando submetida a estresse (HSIAD, 1973).

As alterações das relações hídricas são geralmente avaliadas através da determinação dos seguintes parâmetros: potencial hídrico, potencial osmótico, potencial de turgescência e conteúdo relativo de água. Estas alterações podem resultar de mudanças em um número de características celulares, incluindo teor de solutos, volume osmótico, ou elasticidade da parede celular (CUTLER et al., 1980):

Estudando genótipos de trigo, em condições de deficiência hídrica durante a fase de preenchimento dos grãos, MORGAM (1980) observou a ocorrência de ajustamento osmótico nas folhas de alguns e nas espigas de todos os genótipos. Observou que houve manutenção da turgescência em ambas as estruturas.

Em quatro espécies de forrageiras tropicais, foi constatado por WILSON et al. (1980) que estas possuíam diferentes respostas quando submetidas às condições de deficiência hídrica, empregando diferentes estratégias para compensar os efeitos prejudiciais da seca. O entendimento destas estratégias e suas bases fisiológicas é importante para uma futura seleção de espécies resistentes à seca.

As mudanças nos componentes do potencial hídrico da folha durante o desenvolvimento do déficit hídrico influenciam diversos processos fisiológicos. Poucos estudos têm sido conduzidos para examinar as relações hídricas e respostas fisiológicas da cultura do amendoim ao déficit hídrico (BENNETT et al., 1981).

O déficit hídrico é uma consequência da perda de água da folha através dos estômatos. Um baixo potencial hídrico nas folhas e caule resulta da perda de água através das células do mesófilo. Em consequência, haverá mudanças no volume celular, dependendo da elasticidade do tecido. (TURNER, 1986).

MATIM et al. (1989) afirmaram que a importância da água para a manutenção da turgescência necessária ao crescimento e sobrevivência das plantas é reconhecida, e que o fator mais importante que controla sua perda através da

planta é a resistência difusiva das folhas, constituindo-se este parâmetro uma promissora ferramenta para auxiliar na seleção de plantas resistentes à seca.

O elevado "status" hídrico de uma planta é provavelmente o fator mais importante a ser considerado para a obtenção de altas produtividades e boa qualidade na produção. O conhecimento de como o déficit hídrico afeta as culturas e dos processos adaptativos, através dos quais diferentes espécies respondem a disponibilidade hídrica, deve auxiliar nos procedimentos de manejo da água de irrigação, e no melhoramento visando adaptação à seca (JONES, 1990)

ERICKSON et al. (1991) relataram que a redução do teor de água do solo era acompanhada pela queda do conteúdo relativo de água das folhas de diversos genótipos de amendoim.

2.2 - CURVA PRESSÃO-VOLUME

A técnica da câmara de pressão teve como pioneiro Henry Dixon em Trinity College, Dublin, no começo deste século, mas não possuía grande aplicação até ser redescoberta por SCHOLANDER et al. (1965). A câmara de pressão é utilizada para determinação de parâmetros hídricos como potencial hídrico e seus componentes. Diversos autores (TYREE & HAMMEL, 1972, LADIGES, 1975, CUTLER et al. 1979, MELKONIAM et al., 1982) têm demonstrado que a câmara de

pressão é um método simples e rápido para estimar-se o potencial hídrico, como também para determinação da relação pressão-volume (TAÍZ & ZEIGER, 1992).

A curva pressão-volume é determinada através da plotagem do inverso do potencial hídrico versus o conteúdo relativo de água. Ela permite a obtenção do potencial osmótico na turgescência máxima (TYREE & HAMMEL, 1972, TURNER, 1981, KOIDE et al., 1982).

CUTLER et al. (1979) observaram que o tempo requerido para a determinação de uma curva pressão-volume depende da pressão requerida e das características do tecido empregado. Para folhas de arroz foram necessários 25 a 60 minutos e uma combinação de tempo e pressão de 10 pontos em média. Este procedimento permitiu o cálculo da regressão linear utilizando três ou mais pontos na turgescência nula, e a determinação com precisão do potencial osmótico na turgescência máxima.

Quando se usa a curva pressão-volume na estimativa do potencial hídrico e seus componentes, a metodologia requer somente uma boa estimativa da porção linear da curva (MELKONIAM et al., 1982).

RITCHIE & RODEN (1985) relataram que a técnica da curva pressão-volume é, no momento, o instrumento mais utilizado na pesquisa das relações hídricas das plantas. O valor inicial da pressão de equilíbrio foi estimado usando a taxa de pressurização de aproximadamente 0,05 a 0,07 MPa.s⁻¹. As amostras eram rejeitadas quando a pressão de equilíbrio excedia 0,1 MPa.

A falta de prevenção da perda de água pelas folhas

extirpadas é, provavelmente, a maior fonte de erros no uso da câmara de pressão, especialmente nos estudos de campo e casa-de-vegetação, onde mudanças significativas no potencial hídrico foliar podem ocorrer logo após o corte da folha (BENNETT, 1990).

2.3 - AJUSTAMENTO OSMÓTICO

O ajustamento osmótico, ou acumulação de solutos pelas células, é um processo no qual o potencial hídrico pode ser diminuído sem um acompanhamento no decréscimo do potencial de turgescência. O ajustamento osmótico é medido através da estimativa do potencial osmótico a um dado potencial hídrico (TURNER & JONES, 1980, TAÍZ & ZEIGER, 1992).

O grau de ajustamento osmótico é bastante afetado por diversos fatores, tais como: velocidade de imposição do estresse, volume de solo ocupado pelas raízes, resistência estomática, condições ambientais e diferenças entre cultivares. O ajustamento osmótico quando de sua ocorrência traz benefícios às plantas como, manutenção do alongamento celular, abertura estomática, fotossíntese, sobrevivência à desidratação e exploração de um maior volume de solo; entretanto, pode causar limitações como: não manter os processos fisiológicos em sua plenitude; reduzir o crescimento; ser transitório e reversível; e ser finito e limitado (TURNER & JONES, 1980).

O ajustamento osmótico, em resposta às condições desfavoráveis de deficiência hídrica, ocorre de modo lento e em uma extensão limitada em plantas de muitas espécies (HSIAO, 1973, TURNER & JONES, 1980, TAÍZ & ZEIGER, 1992).

Estudando diferentes genótipos de trigo, MORGAM (1977) verificou que quando a osmoregulação ocorreu o potencial de turgescência podia ser mantido sob um potencial hídrico médio de $-1,5$ MPa.

O desenvolvimento lento do déficit hídrico possibilitou o ajustamento osmótico, em duas cultivares de sorgo, acompanhado de um aumento do potencial de pressão (JONES & TURNER, 1978). A manutenção da turgescência ensejava a continuidade do alongamento celular, permitindo à planta manter uma elevada condutância estomática em baixos potenciais hídricos (TURNER & JONES, 1980).

WILSON et al. (1980) verificaram, em quatro espécies forrageiras tropicais, que o ajustamento osmótico nas folhas pode ter acontecido por três processos: mudança na relação peso túrgido/peso seco; variação na proporção de água do apoplasto; e acumulação de solutos. O ajustamento osmótico habilitava as folhas estressadas com baixo potencial hídrico a manter a turgescência.

Nem todas as plantas, quando submetidas a condições de deficiência hídrica, são capazes de se ajustar osmoticamente, com o grau de ajustamento variando entre espécies e com a velocidade de desenvolvimento do estresse (IKE & THURTELL, 1981). Em amendoim, como em outras espécies, a capacidade de ajustamento osmótico depende da natureza do estresse imposto. Quando moderado, induz a

pequeno ou nenhum ajustamento, mas se progressivo e severo, pode estimular substancial acumulação de solutos (ONG et al., 1985 citado por BLACK et al., 1985).

O ajustamento osmótico é um importante mecanismo de resistência à seca, por manter processos fisiológicos sob condições hídricas desfavoráveis (TURNER, 1986)

MUNNS (1988) relatou que, até recentemente, o ajustamento osmótico era considerado importante na manutenção da turgescência, e que esta devia ser mantida acima de zero para que pudesse haver o crescimento de plantas. Entretanto, o ajustamento osmótico não é o único mecanismo que permite a manutenção da turgescência, pois o controle da abertura estomática pode produzir o mesmo efeito. O citado autor afirmou que o ajustamento osmótico devia ser entendido como uma melhor adaptação da planta para a sobrevivência ao estresse do que para o crescimento. Citou o exemplo do aumento da concentração de solutos e conseqüente ajustamento osmótico nos tecidos meristemáticos do ápice da planta, promovendo assim a manutenção da turgescência enquanto as folhas maduras senesceram.

Uma das conseqüências do ajustamento osmótico, segundo WULLSCHLEGER & OOSTERHUIS (1991), é a maior habilidade das raízes apresentarem um nível de hidratação favorável durante o estresse hídrico. Em conseqüência, elas mantêm o crescimento durante o estresse, ensejando à planta a exploração de um maior volume e maior extração de água do solo.

O ajustamento osmótico não deve ser confundido com o aumento na concentração de soluto que ocorre durante a

desidratação da célula, visto que o aumento no potencial osmótico resultante desse mecanismo é pequeno, situando-se entre 0,2 e 0,8 MPa, exceto em plantas extremamente adaptadas às condições de seca (TAÍZ & ZEIGER, 1992).

2.4 - CONTEÚDO RELATIVO DE ÁGUA

Segundo (HSIAO, 1973, KOIDE *et al.*, 1982), o conteúdo relativo de água não é um bom indicador do "status" hídrico da planta quando o déficit hídrico é leve ou moderado.

Na determinação do conteúdo relativo de água são tomadas amostras de folhas para obtenção do peso fresco e seco, assim como do peso saturado. Como o peso seco pode variar diariamente, o conteúdo de água deverá também variar entre espécies e condições prévias de crescimento. O conteúdo relativo de água expressa a medida relativa do conteúdo de água na turgescência máxima, quando a folha atinge a saturação (TURNER, 1986).

Em cultivares de cana-de-açúcar, o conteúdo relativo de água teve uma elevada redução quando as plantas foram submetidas às condições de deficiência hídrica (SALIENDRA & MEINZER, 1991).

Em estudo com duas cultivares de trigo, em condições de deficiência hídrica, foi constatada a manutenção da turgescência em baixo conteúdo relativo de água para a cultivar Tam W-101, ocorrendo o inverso

com a cultivar Winoka (GESCH et al., 1992).

2.5 - RESISTÊNCIA ESTOMÁTICA E TRANSPIRAÇÃO

O fechamento estomático é a principal causa do declínio na transpiração durante o desenvolvimento do estresse hídrico. Um aumento na resistência estomática pode não causar decréscimos proporcionais na taxa de transpiração. Isto ocorre devido a diminuição da dissipação de calor pela vaporização e conseqüente elevação na temperatura da folha com o aumento na concentração de vapor d'água dentro da folha (HSIAO, 1973).

PALLAS JR. et al. (1979) não encontraram diferenças nos valores da resistência difusiva foliar das superfícies superior e inferior de cultivares de amendoim submetidas às condições hídricas satisfatórias. Entretanto, quando o estresse hídrico foi imposto, a resistência foi geralmente menor na epiderme superior do que na epiderme inferior. Os autores ainda relataram que a resistência estomática de plantas sujeitas ao déficit hídrico prolongado retornou ao normal um dia após a suspensão do estresse. A rápida capacidade para recuperação, após a suspensão do estresse, pode constituir uma importante resposta adaptativa do amendoim a seca.

BOOTE (1983) observou em amendoim que, um dia após a irrigação de plantas estressadas, a resistência difusiva chegou próxima ao normal, isto é, ao nível das

plantas não estressadas. O mesmo autor verificou que determinações simultâneas da transpiração e da resistência difusiva, demonstraram que o principal efeito do estresse hídrico foi o fechamento estomático. Sob condições de campo, o amendoim se adapta gradualmente às condições de déficit hídrico do solo, através do progressivo fechamento estomático.

BENNETT et al. (1987) destacaram a importância da resistência estomática na regulação das trocas de vapor d'água e CO₂ na folha. Os autores constataram uma relação linear entre resistência estomática e "status" hídrico da folha, quando plantas submetidas a diferentes níveis de umidade foram avaliadas. Registraram ainda que o decréscimo na resistência estomática resultante de estresse moderado não estava associado com as mudanças em alguns dos parâmetros do "status" hídrico da folha. Ao contrário, quando as plantas eram cultivadas em solo submetido a severa desidratação, foram obtidas correlações significativas entre a resistência estomática e os demais parâmetros como: potencial hídrico, potencial osmótico, potencial de turgescência e conteúdo relativo de água.

COSTA et al. (1988) observaram que o estresse hídrico aplicado ao feijão determinou um aumento na resistência estomática em todas as folhas. A taxa respiratória das plantas estressadas foi maior do que a das plantas túrgidas. Estas diferenças podem ser explicadas pelo aumento na resistência estomática das plantas estressadas, que reduziram a transpiração e aumentaram a temperatura foliar, ocasionando um aumento na atividade metabólica.

O controle da resistência estomática é um importante meio pelo qual as plantas limitam a perda d'água. Além de ser usado como um indicador do estresse hídrico, é um elemento importante em estudos fotossintéticos (McDERMITT, 1990).

2.6 - CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO

A fase de frutificação do amendoim é muito mais susceptível ao déficit hídrico do que o crescimento vegetativo (PALLAS JR. et al. 1979).

O grande período de florescimento e formação de ginóforos e frutos do amendoim parece ser uma das vantagens que a cultura, de crescimento indeterminado, possui para se sobrepor a deficiência hídrica. A deficiência hídrica quando aplicada pouco antes do final do período de formação dos ginóforos e correspondente ao início de formação das vagens causa redução no número de frutos. Os aspectos qualitativos como, percentagem de casca, sementes enrugadas, e sementes defeituosas, são mais afetados quando a deficiência hídrica ocorre durante o período de preenchimento dos frutos (BOOTE, 1983).

ALLEN et al. (1976) citado por BOOTE (1983) relataram que, durante o período de estresse hídrico, as raízes mais profundas do amendoim continuavam crescendo nas camadas de solos ainda úmidos, mesmo que as raízes superficiais já tivessem cessado seu crescimento. A raiz

pivotante, segundo TAYLOR & RATLIFF (1969) citados por BOOTE (1983), manteve inalterado o ritmo de crescimento sob condições de potencial hídrico do solo variando entre -0,19 bars a -12,5 bars.

BLACK et al. (1985) verificaram que o número de frutos foi maior 30% no tratamento seco, em virtude do encurtamento dos ramos, facilitando assim, a penetração dos ginóforos. Entretanto, a produção total das plantas estressadas foi reduzida de 1060 kg/ha para 657 kg/ha, devido à presença de vagens chochas ou malformadas.

RAO et al. (1985) observaram que o aumento progressivo do déficit hídrico resultou em uma correspondente redução no total de biomassa acumulada da cultivar de amendoim ROBOT 33-1. A grande redução na produção de vagens verificada, em relação a biomassa total, pode ter ocorrido devido a compactação da camada superficial do solo, dificultando a penetração dos ginóforos no solo seco.

O ajustamento osmótico quando ocorre na parte aérea da planta parece resultar de uma redução no crescimento, em consequência do déficit hídrico (SHARP & DAVIES, 1989). Assim, haveria a manutenção da turgescência possibilitando a continuidade do crescimento do sistema radicular, e conseqüentemente, absorção de água pela planta (SHARP & DAVIES, 1989, WULLSCHLEGER & OOSTERHUIS, 1991).

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, durante o período de 07 de agosto a 09 de novembro de 1992, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza - Ceará.

Antes da semeadura, as sementes de amendoim (Arachis hypogaea L.) foram tratadas com o fungicida semetol 75. As sementes foram semeadas em vasos com 24 cm de diâmetro por 27cm de altura, contendo como substrato solo de textura franco-arenosa. O solo utilizado foi retirado de uma área anteriormente cultivada com a cultura do amendoim. Foram feitas análises de fertilidade, composição granulométrica e classificação textural do solo em questão (Tabela 01). A adubação foi realizada com N, P, K, calcário e micronutrientes em solução, de acordo com a recomendação da análise de solo.

No início do experimento foram semeadas três sementes em cada vaso, para após 10 DAG (dias após a germinação), realizar-se um desbaste restando apenas uma planta por vaso. Os tratamentos utilizados constaram da combinação de duas cultivares de amendoim com dois regimes hídricos, sendo utilizados seis repetições por tratamento. As cultivares de amendoim utilizadas foram as seguintes: TATU, cultivar local, pertencente ao grupo Valência e

TABELA 1: Análise da composição granulométrica, classificação textural e fertilidade do solo utilizado no experimento com a cultura do amendoim.

=====	
COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA	%
AREIA GROSSA	37
AREIA FINA	50
SILTE	09
ARGILA	04

CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL	FRANCO ARENOSO

DENSIDADE	
APARENTE	1,54
REAL	2,69

PH EM H ₂ O	6,6

UMIDADE	%
1/3 atm	4,6
15 atm	2,9
ÁGUA ÚTIL	1,7

FERTILIDADE	meq/100g de solo.
Ca ⁺⁺	1,0
Mg ⁺⁺	0,7
K ⁺	0,09
S ⁺	1,9
Al ⁺⁺⁺	0,0
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	0,5
=====	

a PI-165 317, cultivar proveniente dos Estados Unidos da América, pertencente ao grupo "Spanish".

Os regimes hídricos empregados foram: regime hídrico irrigado onde as plantas eram irrigadas diariamente até o solo atingir a capacidade-de-campo; e regime hídrico estressado onde as plantas eram submetidas a ciclos de deficiência hídrica. Todos os vasos foram irrigados ao nível da capacidade-de-campo até o sexto DAG, de modo a permitir um perfeito estabelecimento das plântulas.

As plântulas do tratamento estressado foram submetidas a seis ciclos de deficiência hídrica durante todo o experimento, através da interrupção da irrigação até quando as plantas apresentavam características visuais de deficiência hídrica, próximas ao ponto-de-murcha. Quando isto acontecia, as plantas eram irrigadas até atingir-se a capacidade-de-campo, tendo início a partir daí um novo ciclo de deficiência hídrica com a interrupção da irrigação. As irrigações foram realizadas aos 22 DAG, 33 DAG, 48 DAG, 58 DAG, 68 DAG e 83 DAG, totalizando seis irrigações a intervalos irregulares. O intervalo entre as irrigações foi em média de 11 dias.

Durante o experimento, ao longo do 5º ciclo de deficiência hídrica (57 a 69 DAG) foram realizadas determinações de resistência estomática e transpiração. Estas determinações foram realizadas através de um porômetro modelo "Licor 1600 steady" (LICOR Inc.; Lincoln, Nebraska, EEUU). As determinações foram feitas nas duas faces da folha (ventral e dorsal), sendo utilizada a quarta folha a

partir do ápice, com três repetições por tratamento. Estas determinações foram realizadas entre 08:00 h e 10:00 h da manhã.

Aos 30 DAG foi realizada uma aplicação do inseticida sistêmico Azodrin na concentração de 1ml/l, para controle de uma infestação de ácaro vermelho (Tetranychus sp) e Tripes (Enneothrips flavens).

3.2 - CURVA PRESSÃO-VOLUME

Ao 34 DAG (fim do 2º ciclo de deficiência hídrica) foram realizadas determinações das variáveis hídricas foliares através da câmara de pressão (modelo "3035 da Soil Moisture Equipament Corp", Santa Barbara, Califórnia, EEUU) pelo método da curva Pressão-Volume (TYREE & HAMMEL 1972, TURNER 1981). Este método permite obter-se um número importante de informações sobre as variáveis hídricas foliares, tais como, potencial hídrico, potencial osmótico e conteúdo relativo de água.

As determinações foram realizadas em folhas totalmente expandidas (segunda folha a partir do ápice), quando as plantas estavam com 34 DAG (fim do 2º ciclo de deficiência hídrica), tomando-se duas repetições por tratamento. Após a coleta realizada nas primeiras horas da manhã, as folhas foram colocadas em uma câmara úmida envolvida por um plástico para evitar a penetração de luz, por um período de 3 a 4 horas à temperatura ambiente, até

atingir-se a saturação (LAFFRAY & LOUGUET, 1988). Após este período as folhas eram retiradas da câmara úmida. Posteriormente, o excesso de umidade da folha foi removido com o auxílio de papel absorvente. A folha foi, então, envolvida por um saco plástico, cujo peso havia sido previamente determinado, para limitar as perdas de água do tecido, assim como as flutuações de temperatura durante o procedimento (CUTLER *et al.*, 1979). Em seguida procedeu-se a pesagem do conjunto folha-saco em uma balança analítica de precisão. Logo após o conjunto folha-saco foi rapidamente colocado em uma câmara de pressão onde foram realizadas as determinações de potencial hídrico da folha. Após a determinação, o conjunto foi imediatamente pesado em uma balança analítica de precisão. Este procedimento foi repetido durante 15 vezes para cada conjunto de folha-saco. Ao término das medições as folhas foram levadas a uma estufa para secagem a uma temperatura de 75°C até atingir peso constante (LAFFRAY & LOUGUET, 1988).

3.3 - VARIÁVEIS HÍDRICAS FOLIARES

O conteúdo relativo de água (CRA), foi calculado através da equação (LADIGES, 1975).

$$CRA = \frac{P_f - P_s}{P_t - P_s} \times 100$$

onde: Pf = peso fresco da folha
 Ps = peso seco da folha
 Pt = peso túrgido da folha

O peso seco e o peso fresco da folha foram obtidos diretamente. O peso túrgido da folha foi determinado segundo (LADIGES, 1975) a partir da relação entre potencial hídrico e peso fresco da folha (FIGURA 01), utilizando-se a análise de regressão linear. Atribuindo-se o valor zero ao potencial hídrico na equação de regressão abaixo, estimada.

$$Pf = a + b \cdot \Psi_w$$

onde : Pf = Peso fresco da Folha

Ψ_w = Potencial hídrico

a = Coeficiente Linear

b = Coeficiente Angular

Após a obtenção dos dados de conteúdo relativo de água e do inverso do potencial hídrico, foi possível a construção da curva de pressão-volume segundo LAFFRAY & LOUGUET, (1988). Esta se decompõe de duas partes, uma curvilínea para altos valores do inverso do potencial hídrico, e a outra linear (FIGURA 02).

O início da parte linear corresponde ao ponto de turgescência nula (LAFFRAY & LOUGUET, 1988). O potencial osmótico, na turgescência máxima, pode ser estimado através da extrapolação da parte linear da curva pressão-volume até o eixo das ordenadas (TYREE & HAMMEL, 1972, LADIGES, 1975, TURNER, 1981, LAFFRAY & LOUGUET, 1988).

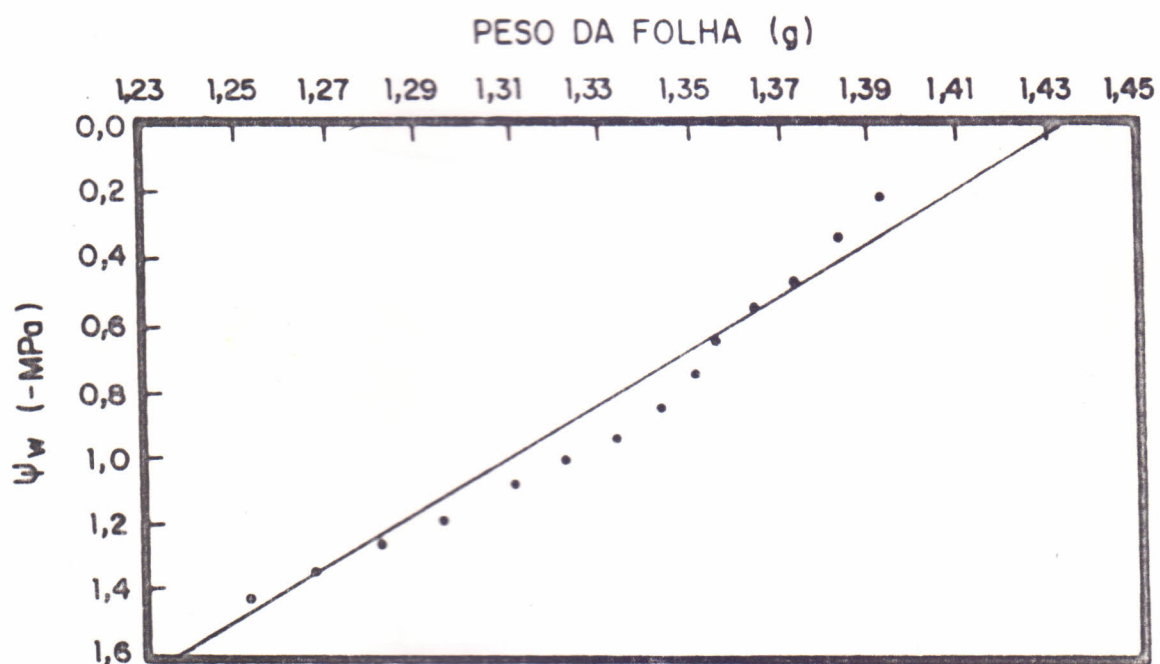


FIGURA 1: Relação linear entre potencial hídrico e peso fresco da folha de cultivares de amendoim.

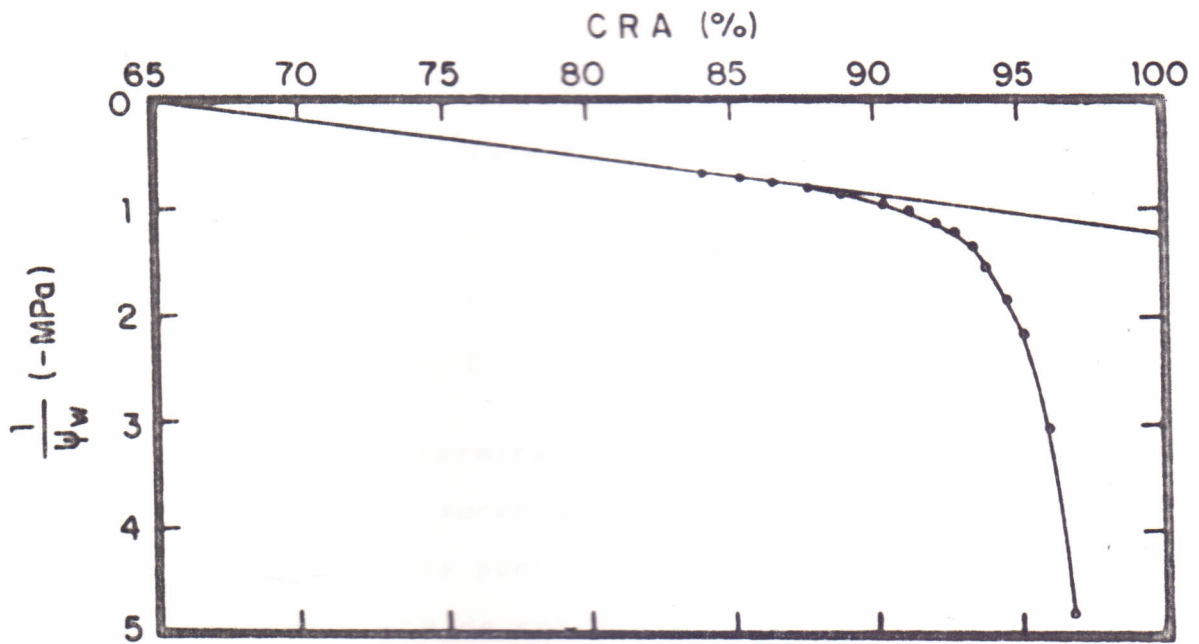


FIGURA 2: Curva Pressão-Volume. Relação entre o inverso do potencial hídrico e o conteúdo relativo de água, em folhas de amendoim.

A parte linear da curva pressão-volume foi estimada através da regressão linear com três ou mais pontos, de acordo com a equação (CUTLER *et al.*, 1979; BURLE & RODRIGUES, 1990).

$$\frac{1}{\Psi_w} = a + b.CRA$$

onde : $\frac{1}{\Psi_w}$ = Inverso do Potencial hídrico

CRA = Conteúdo Relativo de Água

a = Coeficiente Linear

b = Coeficiente Angular

Para se determinar até que ponto a curva pressão-volume seria linear, foram aplicadas regressões lineares com diferentes números de pontos, onde escolheu-se a regressão com maior coeficiente de correlação (r).

O ponto onde a parte linear tangencia a parte curvilínea permite determinar o valor do potencial osmótico a turgescência nula e o conteúdo relativo de água no qual o potencial hídrico e o potencial osmótico são iguais. (TURNER, 1981, LAFFRAY & LOUGUET, 1988).

3.4 - CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO

Durante todo o período do experimento, foi determinado, diariamente, o número de flores produzidas em todas as parcelas experimentais. O sistema radicular foi

removido com o auxílio de jatos de água e uma peneira para se evitar a perda de raízes. Por ocasião da colheita, realizada aos 88 DAG, foram determinadas as seguintes variáveis: peso seco do sistema radicular, parte aérea, e frutos, número de frutos, ginóforos e ramificações secundárias e terciárias. A matéria seca foi determinada após ser colocada em estufa a 75°C até atingir peso constante. O índice de colheita (IC) foi determinado através da equação:

$$IC = \frac{PSV}{PST} \times 100$$

onde: PSV = peso seco das vagens

PST = peso seco total

3.5 - DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado em um arranjo fatorial 2x2 com seis repetições perfazendo um total de 24 parcelas experimentais, constituída de uma planta. Foram feitas análises de variância para as variáveis de produção e crescimento, potencial osmótico e conteúdo relativo de água (BANZATTO, 1989).

Foi realizado ainda o cálculo do desvio padrão das médias para potencial osmótico e conteúdo relativo de água. Os dados originais das variáveis matéria seca da parte aérea, sistema radicular, peso seco dos frutos, número de frutos e de ginóforos foram transformados para $\log (x + 1)$, a fim de obter-se a homogeneização das variâncias (ALBUQUERQUE, 1980).

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Ajustamento Osmótico

4.1.1 - Potencial Osmótico

Quando da imposição da deficiência hídrica, ocorreram alterações no potencial osmótico na turgescência máxima e turgescência nula, para ambas as cultivares. Na cultivar PI-165 317, ocorreu um pequeno decréscimo no potencial osmótico, enquanto o inverso ocorreu com a Tatu (Tabela 2). Essas alterações não atingiram significância estatística para regime hídrico (Tabela 3), evidenciando assim a não ocorrência do ajustamento osmótico para ambas as cultivares.

O experimento desenvolvido em casa-de-vegetação acondicionado em vasos com pequeno volume de solo e limitada quantidade de água, deve ter reduzido a capacidade das plantas em se ajustar osmoticamente. Segundo JONES & TURNER (1978) o grau de ajustamento osmótico é bastante limitado quando as plantas crescem nestas condições.

IKE & THURTELL (1981) estudando cultivares de mandioca em casa-de-vegetação, encontraram diferenças entre tratamento úmido e seco de 0,16 MPa e 0,14 MPa para as duas cultivares estudadas, considerando os autores a ocorrência de ajustamento osmótico. Segundo LUDLOW (1980) citado por BURLE & RODRIGUES (1990), este nível de ajustamento osmótico

parece ser baixo quando comparado com o de outras espécies.

JHONSON et al. (1984) encontraram em folhas estressadas de trigo uma significativa redução no potencial osmótico na turgescência máxima e no potencial osmótico na turgescência nula, indicando um ajustamento osmótico.

4.2 - Conteúdo Relativo de Água

Nas cultivares PI-165 317 e Tatu, os valores do conteúdo relativo de água na turgescência nula não apresentaram redução quando a deficiência hídrica foi imposta (Tabela 2). Esses valores não atingiram significância estatística para os efeitos primários e para a interação C x RH (Tabela 3).

JHONSON et al. (1984) encontraram altos valores de conteúdo relativo de água na turgescência nula nas plantas não estressadas em relação às estressadas. JONES & TURNER (1978) encontraram que, as diferenças de conteúdo relativo de água na turgescência nula entre os tratamentos controle e estressado, não foram significativos.

4.3 - Resistência Estomática

Ao longo do ciclo de deficiência hídrica não ocorreram variações na resistência estomática nas faces

TABELA 2: Potencial osmótico na turgescência máxima (PO^{100}), potencial osmótico na turgescência nula (PO^0), e conteúdo relativo de água na turgescência nula (CRA^0), de duas cultivares de amendoim submetidas a ciclos de deficiência hídrica.

CULTIVAR	TRATAMENTO	(PO^{100}) (MPa)	(PO^0) (MPa)	CRA^0 (%)
TATU	ÚMIDO	$-0,99 \pm 0,08^{**}$	$-1,49 \pm 0,168$	$89,70 \pm 1,450$
	SECO	$-0,87 \pm 0,08$	$-1,33 \pm 0,089$	$89,25 \pm 0,025$
PI-165 317	ÚMIDO	$-0,88 \pm 0,03$	$-1,21 \pm 0,037$	$88,57 \pm 0,575$
	SECO	$-1,04 \pm 0,06$	$-1,35 \pm 0,025$	$89,55 \pm 1,450$

* - A avaliação foi realizada no final do 2º ciclo de deficiência hídrica (34 DAG).

** - Desvio padrão das médias

TABELA 3: Análise de variância do potencial osmótico na turgescência máxima (PO^{100}), potencial osmótico na turgescência nula (PO^0) e conteúdo relativo de água na turgescência nula (CRA^0), de duas cultivares de amendoim submetidas a ciclos de deficiência hídrica.

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	<u>QUADRADOS MÉDIOS</u>		
		PO^{100} (MPa)	PO^0 (MPa)	CRA^0 (%)
CULTIVAR (1)	1	0,00152 ^{ns}	0,03632 ^{ns}	0,320 ^{ns}
REGIME HÍDRICO (RH)	1	0,00130 ^{ns}	0,00015 ^{ns}	0,125 ^{ns}
INTERACÃO C x RH	1	0,03884 ^{ns}	0,04545 ^{ns}	1,051 ^{ns}
RESÍDUO	4	0,00928	0,01915	2,268
CV(%)***		10,14	10,24	1,69

***- Coeficiente de variação em porcentagem.

ns - Não significativo ao nível de significância de 5%, pelo teste de F.

ventral e dorsal das folhas no tratamento úmido, para ambas as cultivares estudadas (Tabela 4). Quando a deficiência hídrica foi imposta, constatou-se nas duas faces da folha, um grande aumento na resistência estomática das duas cultivares.

No final do quarto e início do quinto ciclo de deficiência hídrica, quando foi feita a última determinação, a resistência estomática chegou a atingir valores máximos tanto na face ventral como na dorsal, para as cultivares estudadas. Os valores desta variável nas faces ventral e dorsal da folha, no tratamento estressado, mostraram-se semelhantes para as duas cultivares. Verificou-se ainda que no primeiro dia após a retomada da irrigação, as cultivares estudadas demonstraram rápida recuperação, com os valores da resistência estomática no tratamento estressado estando próximo aos encontrados no tratamento irrigado (Tabela 4).

Os resultados indicam que, quando a deficiência hídrica foi imposta, o aumento nos valores de resistência estomática pareceu ser mais sensível na superfície ventral da folha, enquanto que, na superfície dorsal este aumento ocorreu mais lentamente. A cultivar Tatu, apesar da semelhança nos dados com a cultivar PI-165 317, mostrou uma maior sensibilidade no aumento da resistência estomática em resposta a deficiência hídrica.

Resultados semelhantes para cultivar Tatu e PI-165 317 foram encontrados por TÁVORA & MELO (1988). MARUR (1991) não encontrou diferenças significativas entre cultivares de algodão submetidas à deficiência hídrica, verificando resultados bastante semelhantes para as duas cultivares

TABELA 4: Evolução da resistência estomática ($s.cm^{-1}$) de duas cultivares de amendoim submetidos a ciclos de deficiência hídrica.

DAG***	TATU				PI-165 317			
	ÚMIDO		SECO		ÚMIDO		SECO	
	V**	D**	V	D	V	D	V	D
	57	1,93	2,15	73,83	73,00	1,96	2,00	79,50
58*	3,19	3,01	110,67	98,06	2,81	2,74	111,00	101,67
59	1,77	1,57	3,00	2,08	2,01	2,08	2,41	1,91
61	1,65	1,36	13,77	9,33	1,48	1,53	2,81	2,22
62	1,37	1,25	31,53	21,90	1,25	1,27	19,61	9,57
63	2,26	2,00	63,83	17,60	1,78	1,63	44,75	13,91
66	1,56	1,38	59,97	35,96	1,48	1,62	52,40	17,33
67	1,47	1,52	74,30	71,53	1,57	1,64	70,60	57,17
68*	3,39	2,29	107,00	103,70	3,90	2,77	106,00	102,00
69	2,67	2,56	3,23	2,74	3,14	1,92	3,20	2,74

* - O tratamento seco foi irrigado após as determinações, iniciando-se um novo ciclo de deficiência hídrica;

** - V: Superfície ventral; D: Superfície dorsal;

***- Dias após a germinação.

estudadas. COSTA et al. (1988) verificaram em plantas de feijão que o estresse hídrico aumentou a resistência estomática em todas as folhas.

MCCREE & RICHARDSON (1987) verificaram que em plantas de beterraba, o potencial hídrico continuou a cair durante o ciclo de deficiência hídrica, sendo, segundo os autores, um indicativo de uma quantidade mínima de fechamento estomático. SHARPE (1973) verificou em algodão que as diferenças entre as superfícies abaxial e adaxial foram mais pronunciadas em ambientes de baixa temperatura. Acima de 33°C não existiu virtualmente nenhuma diferença entre as duas superfícies.

4.4 - Transpiração

As cultivares estudadas apresentaram taxas de transpiração semelhantes independente do regime hídrico ou superfície foliar. Durante a imposição da deficiência hídrica constatou-se uma diminuição progressiva na taxa de transpiração das duas cultivares. A face ventral da folha apresentou maior sensibilidade do que a dorsal, diminuindo a taxa de transpiração mais rapidamente em resposta à deficiência hídrica (Tabela 5).

Na cultivar Tatu, constatou-se uma maior sensibilidade, apresentando uma redução mais rápida na taxa de transpiração em resposta ao desenvolvimento do ciclo de deficiência hídrica. Verificou-se ainda, que no primeiro

TABELA 5: Evolução da transpiração ($\text{g.cm}^2.\text{s}^{-1}$) de duas cultivares de amendoim submetidas a ciclos de deficiência hídrica.

DAG***	TATU				PI-165 317			
	ÚMIDO		SECO		ÚMIDO		SECO	
	V**	D**	V	D	V	D	V	D
57	8,77	8,63	0,21	0,21	9,05	8,33	0,20	0,22
58*	5,61	5,83	0,17	0,19	5,97	6,11	0,17	0,18
59	7,78	8,74	4,80	6,93	7,58	7,34	6,05	7,23
61	9,04	10,40	2,96	3,49	9,96	9,64	5,32	6,66
62	8,83	9,58	0,53	0,69	9,56	8,71	2,13	2,86
63	7,55	8,30	0,43	1,98	8,60	9,44	1,73	3,74
66	8,62	8,78	0,24	0,55	8,26	7,60	0,39	2,76
67	7,59	7,31	0,19	0,19	7,25	6,93	0,19	0,29
68*	4,71	8,26	0,18	0,18	5,24	7,79	0,19	0,25
69	5,89	6,02	5,65	6,31	5,07	8,35	5,69	6,73

* - O tratamento seco foi irrigado após as determinações, iniciando-se um novo ciclo de deficiência hídrica;

** - V: Superfície ventral; D: Superfície dorsal;

***- Dias após a germinação.

R 598100.

dia após a retomada da irrigação, as cultivares demonstraram rápida recuperação, com os valores da taxa de transpiração no tratamento estressado estando próximos aos encontrados no ciclo do irrigado.

Resultados semelhantes foram encontrados por TÁVORA & MELO (1988) em cultivares de amendoim, onde a transpiração foi mínima quando a deficiência hídrica era aguda, com rápida recuperação no dia seguinte após a irrigação. A face ventral demonstrou ser mais eficiente na redução da transpiração, em resposta ao estresse hídrico.

4.5 - Crescimento e Desenvolvimento

4.5.1 - Fase Vegetativa

4.5.1.1 - Matéria Seca da Parte Aérea, Matéria Seca da Raiz, e Relação Raiz/Parte Aérea.

A deficiência hídrica teve grande influência na redução da matéria seca das raízes. Na cultivar Tatu, a redução foi em torno de 67% e na PI-165 317 em torno de 63% (Tabela 6). Não foi constatada significância estatística para cultivares e para a interação Cultivar e Regime Hídrico (C x RH) para esta variável (Tabela 7). A matéria seca da parte aérea foi igualmente reduzida pela deficiência hídrica

para as duas cultivares em estudo, com redução de 60% para cultivar Tatu e 50% para a PI-165 317 (Tabela 6). Não foi encontrada significância estatística para cultivares ou para a interação C x Rh (Tabela 7).

A relação raiz/parte aérea foi reduzida quando a deficiência hídrica foi imposta. A cultivar PI-165 317 teve uma redução maior do que a Tatu (Tabela 6), entretanto, não foi constatada significância estatística para cultivares, tendo estas obtido um comportamento semelhante nos dois regimes hídricos (Tabela 7).

Em condições de deficiência hídrica as cultivares de amendoim tiveram uma grande redução na matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, constatando-se uma redução também na relação raiz/parte aérea, com valores de 27,5% para a cultivar Tatu e 26,7% para a cultivar PI-165 317 (Tabela 6). Os resultados encontrados neste estudo são contrários aos que existem na literatura, onde a matéria seca da parte aérea é relativamente mais reduzida do que da raiz, de modo a determinar um aumento na relação raiz/parte aérea. Isto pode ter ocorrido em função do limitado volume de solo onde as raízes se encontravam, prejudicando assim o seu desenvolvimento.

SILVA (1986) estudando três cultivares, de amendoim entre elas a Tatu, observou que a biomassa da parte aérea foi muito reduzida pela deficiência hídrica. Entretanto, a matéria seca da raiz foi reduzida em menor proporção que a da parte aérea, um resultado contrário ao do presente estudo. SÁ SOBRINHO (1988) estudando 20 cultivares de amendoim, encontrou resultados em que estas apresentaram

TABELA 6: Matéria seca da parte aérea e da raiz, e relação raiz/parte aérea de duas cultivares de amendoim submetidas a ciclos de deficiência hídrica.

CULTIVAR	MATÉRIA SECA PARTE AÉREA(g/planta)				MATÉRIA SECA DA RAIZ(g/planta)				RELAÇÃO RAIZ/PARTE AÉREA		
	ÚMIDO(U)	SECO(S)	MÉDIA	100S/U	ÚMIDO(U)	SECO(S)	MÉDIA	100S/U	ÚMIDO(U)	SECO(S)	MÉDIA
	TATU	20,04	11,17	19,60	39,83	11,43	3,78	7,60	33,07	39,30	27,54
PI-165 317	24,48	12,38	18,43	50,57	10,93	4,03	7,48	36,87	42,47	26,75	34,61
MÉDIA	26,26	11,77	19,01	—	11,18	3,90	7,54	—	40,88	27,14	34,01

TABELA 7: Análise de variância da matéria seca da parte aérea e da raiz, e da relação raiz/parte aérea de duas cultivares de amendoim submetidas a ciclos de deficiência hídrica.

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS		
		MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA	MATÉRIA SECA DA RAIZ	RELAÇÃO RAIZ /PARTE AÉREA
		(1)	(1)	
CULTIVAR (C)	1	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	4,916 ^{ns}
REGIME HÍDRICO (RH)	1	0,726 ^{**}	1,253 ^{**}	1221,512 ^{**}
INTERAÇÃO C x RH	1	0,016 ^{ns}	0,003 ^{ns}	9,752 ^{ns}
RESÍDUO	20	0,003	0,006	62,11
CV(X) ^{***}		4,48	9,61	22,84

** - Significativo ao nível de significância de 1%, pelo teste de F.

***- Coeficiente de variação em porcentagem.

ns - Não significativo ao nível de significância de 5%, pelo teste de F.

1 - Dados transformados para $\log(x+1)$

redução significativa na produção de biomassa da parte aérea e das raiz em resposta à deficiência hídrica.

4.5.1.2 - Número de Ramificações Secundárias e Terciárias

O número de ramificações secundárias e terciárias foi semelhante para ambas as cultivares. Verifica-se ainda que o número de ramificações foi pequeno para as cultivares estudadas. O efeito da deficiência hídrica na produção de ramificações secundárias e terciárias foi igualmente nulo (Tabela 8 e 9).

Observa-se nos dados da análise de variância (Tabela 9), que não houve significância estatística para os efeitos primários nem para a interação C x RH ao nível de significância 5%.

As cultivares estudadas pertencentes aos grupos Valência (TATU) e "Spanish" (PI-165 317), com ramificação sequencial, normalmente apresentam um número pequeno de ramificações, quando comparadas às do grupo Virgínia (TÁVORA & MELO, 1988). SÁ SOBRINHO (1988) concluiu que a imposição da deficiência hídrica nas cultivares de amendoim de ramificação sequencial teve um efeito menos pronunciado ou quase inexistente. Contrariamente, as cultivares de ramificação alternada, foram mais sensíveis, apresentando um menor número de ramificações secundárias e terciárias em resposta à deficiência hídrica.

TABELA 8: Número de ramificações secundárias e terciárias de duas cultivares de amendoim submetidas a ciclos de deficiência hídrica.

CULTIVAR	RAMOS SECUNDÁRIOS			RAMOS TERCIÁRIOS		
	-----			-----		
	ÚMIDO	SECO	MÉDIA	ÚMIDO	SECO	MÉDIA
TATU	7,17	5,67	6,42	1,0	0,50	0,75
PI-165 317	7,33	6,17	6,75	1,6	1,80	1,71
MÉDIA	7,25	5,92	6,58	1,3	1,15	1,23

TABELA 9: Análise de variância do número de ramificações secundárias e terciárias de duas cultivares de amendoim submetidas a ciclos de deficiência hídrica.

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	<u>QUADRADOS MÉDIOS</u>	
		Nº DE RAMOS SECUNDÁRIOS	Nº DE RAMOS TERCIÁRIOS
CULTIVAR (C)	1	0,667 ^{ns}	6,00 ^{ns}
REGIME HÍDRICO (RH)	1	10,667 ^{ns}	0,16 ^{ns}
INTERAÇÃO C x RH	1	0,167 ^{ns}	0,61 ^{ns}
RESÍDUO	20	2,217	1,78
CV(X)***		25,04	106,83

***- Coeficiente de variação em porcentagem.

ns - Não significativo ao nível de significância de 5%, pelo teste de F.

4.5.2 - Fase Reprodutiva

4.5.2.1 - Produção de Flores

A deficiência hídrica reduziu o número de flores por planta. Na cultivar Tatu, o número de flores foi reduzido em torno de 31% e na cultivar PI-165 317 a redução foi da ordem de 36% (Tabela 10). Apesar desta menor redução, a cultivar Tatu teve uma menor produção de flores do que a cultivar PI-165 317 durante todo o ciclo da cultura. Esta obteve uma maior produção de flores tanto no tratamento irrigado como no estressado, em relação a cultivar Tatu. De acordo com a análise de variância verificou-se que houve significância estatística para cultivares e regime hídrico ao nível de significância de 5% (Tabela 11).

As figuras 03 e 04 expressam melhor a evolução da floração das cultivares Tatu e PI-165 317. Tanto a cultivar Tatu como a PI-165 317 obtiveram o pico de floração na segunda semana do início do processo de floração, independente do regime hídrico aplicado. A partir da semana em que aconteceu o pico de floração as cultivares Tatu e PI-165 317 tenderam a uma redução na floração, sendo a cultivar Tatu mais sensível, sofrendo maiores reduções.

SÁ SOBRINHO (1988) verificou que a imposição da deficiência hídrica determinou uma significativa redução na produção de flores. Resultados semelhantes foram encontrados por SILVA (1986), em cultivares de amendoim, onde o número

de flores foi reduzido tanto em função da deficiência hídrica como da cultivar. A cultivar Tatu apresentou em todos os regimes hídricos o menor número de flores. TÁVORA & MELO (1988) encontraram resultados semelhantes, com as cultivares Tatu e PI-165 317 apresentando a menor e a maior produção de flores por planta, respectivamente.

4.5.2.2 - Produção de Ginóforos e Frutos

O número de ginóforos foi reduzido pela imposição da deficiência hídrica, significando que esta deve ter interferido no processo de fertilização de flores (Tabela 10). Verificou-se de acordo com os dados da análise de variância que houve significância estatística para cultivares e regime hídrico (Tabela 11).

O número de frutos por planta foi sensivelmente reduzido em resposta à deficiência hídrica. Na cultivar Tatu, a redução foi de 54%, enquanto que na cultivar PI-165 317 esta redução foi de 56% (Tabela 10). As cultivares estudadas tiveram comportamento diferente com relação a esta variável, tendo a cultivar PI-165 317 apresentado valores mais elevados. A menor produção de frutos pode ter ocorrido devido à redução na taxa de fertilização das flores, evidenciado pela redução constatada no número de ginóforos. Através da análise de variância pode-se observar que houve significância estatística para cultivares e regime hídrico, e que a interação C x RH não foi significativa ao nível

de significância de 5% (Tabela 11).

SILVA (1986) encontrou resultados semelhantes em que a deficiência hídrica influenciou marcadamente a redução no número de frutos e que a cultivar Tatu apresentou os menores valores para esta variável. FREITAS (1992) verificou que com a redução da disponibilidade hídrica houve uma tendência ao declínio da produção de vagens.

Segundo TÁVORA & MELO (1988), a produção de vagens/planta foi grandemente reduzida, em estudo realizado em casa-de-vegetação, em função da deficiência hídrica, embora não tenham sido constatadas diferenças entre as cultivares estudadas nos dois regimes hídricos.

A relação frutos/flores foi elevada para ambas as cultivares, indicando uma alta eficiência reprodutiva (Figuras 05 e 06). Os dados relativos a produção de frutos, sugerem que a capacidade de desenvolvimento, penetração de ginóforos e preeenchimento dos frutos foi afetada pela deficiência hídrica. A redução na produção dos frutos no tratamento estressado, pode ainda ser explicada pela dificuldade da penetração do ginóforo no solo seco.

4.5.2.3 - índice de Colheita

O índice de colheita foi reduzido pela imposição da deficiência hídrica. Para a cultivar Tatu, o valor desta redução foi em torno de 68% e para a cultivar PI-165 317 foi de 62% (Tabela 12). Esta redução foi significativa ao nível

TABELA 10: Número de flores e frutos, e relação frutos/flores de duas cultivares de amendoim submetidas a ciclos de deficiência hídrica.

CULTIVAR	Nº DE FLORES(UD/PLANTA)				Nº DE FRUTOS(UD/PLANTA)				Nº DE GINÓFOROS				RELAÇÃO FRUTOS/FLORES(X)							
	ÚMIDO		SECO		MÉDIA		100S/U		ÚMIDO		SECO		MÉDIA		100S/U		ÚMIDO	SECO	MÉDIA	
TATU	76,33	52,17	64,25	68,35	33,00	15,17	24,08	45,97	48,33	25,33	36,83	52,41	43,23	29,07	36,15					
PI-165	317	140,50	94,83	121,66	63,86	55,17	24,17	39,67	43,81	86,83	36,66	61,74	42,22	37,15	25,48	31,31				
MÉDIA	112,41	73,50	92,95	---	44,08	19,67	31,87	---	67,58	30,99	49,28	---	40,19	27,27	33,73					

TABELA 11: Análise de Variância do número de flores, frutos e ginóforos de duas cultivares de amendoim submetidas a ciclos de deficiência hídrica.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS		
		Nº DE FLORES	Nº DE FRUTOS (1)	Nº DE GINÓFOROS (1)
CULTIVAR (C)	1	19780,04**	0,276**	0,325**
REGIME HÍDRICO (RH)	1	9087,04**	0,602**	0,564**
INTERAÇÃO C x RH	1	1305,37 ^{ns}	0,013 ^{ns}	0,000 ^{ns}
RESÍDUO	20	547,52	0,011	0,009
CV(%)***		25,17	6,47	6,34

** - Significativo ao nível de significância de 1%, pelo teste de F.

*** - Coeficiente de variação em porcentagem.

ns - Não significativo ao nível de significância de 5%, pelo teste de F.

1 - Dados transformados para $\log(x+1)$

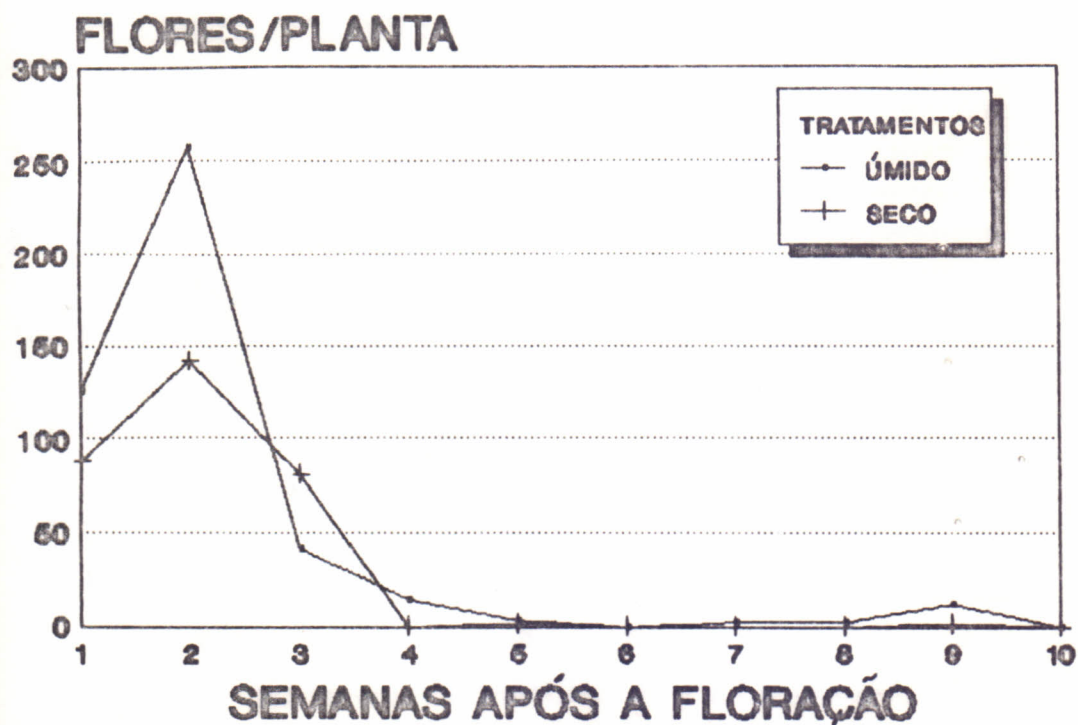


FIGURA 3: Evolução da floração da cultivar Tatu ao longo do ciclo da cultura.

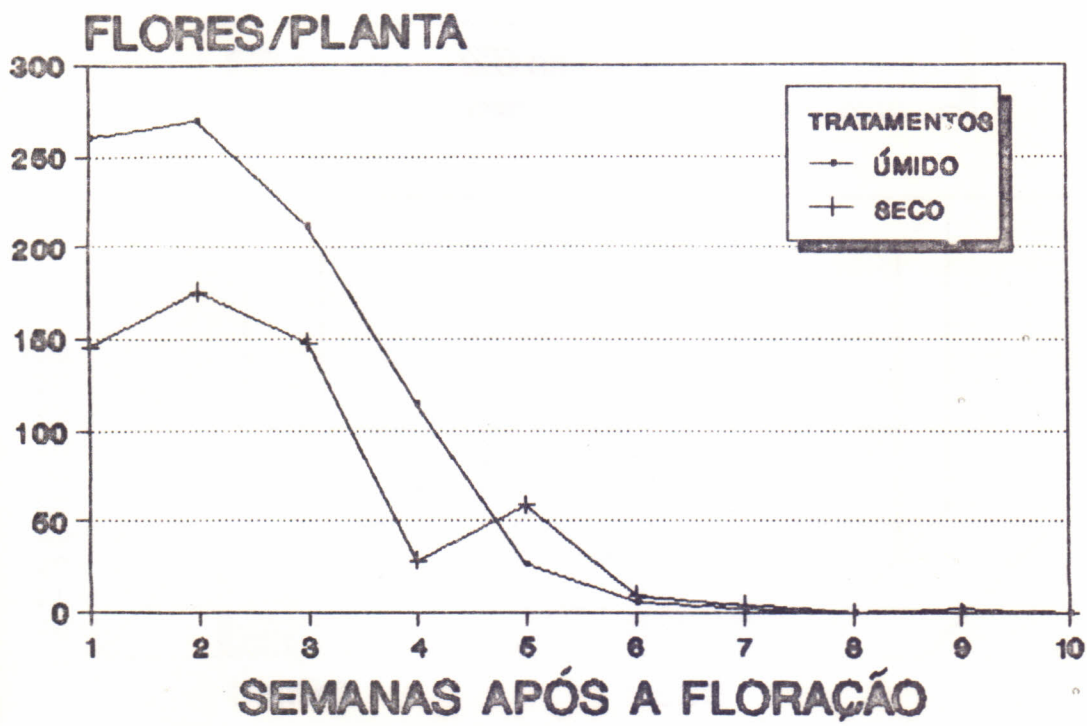


FIGURA 4: Evolução da floração da cultivar PI-165 317 ao longo do ciclo da cultura.

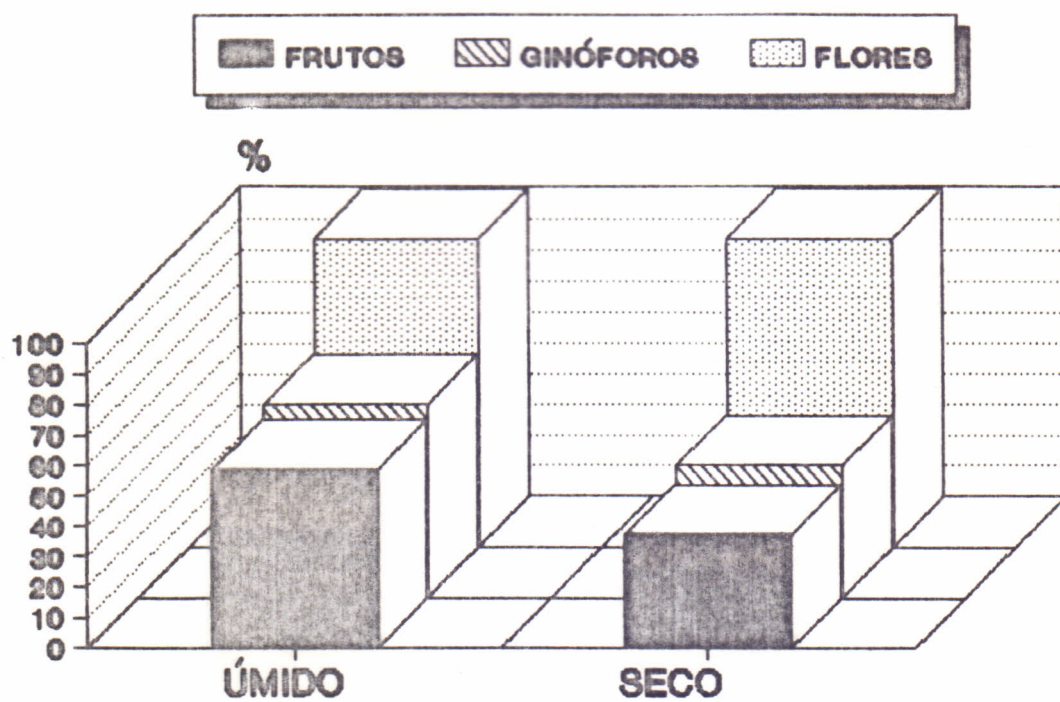


FIGURA 5: Percentagens de frutos e ginóforos em relação as flores produzidas na cultivar Tatu.

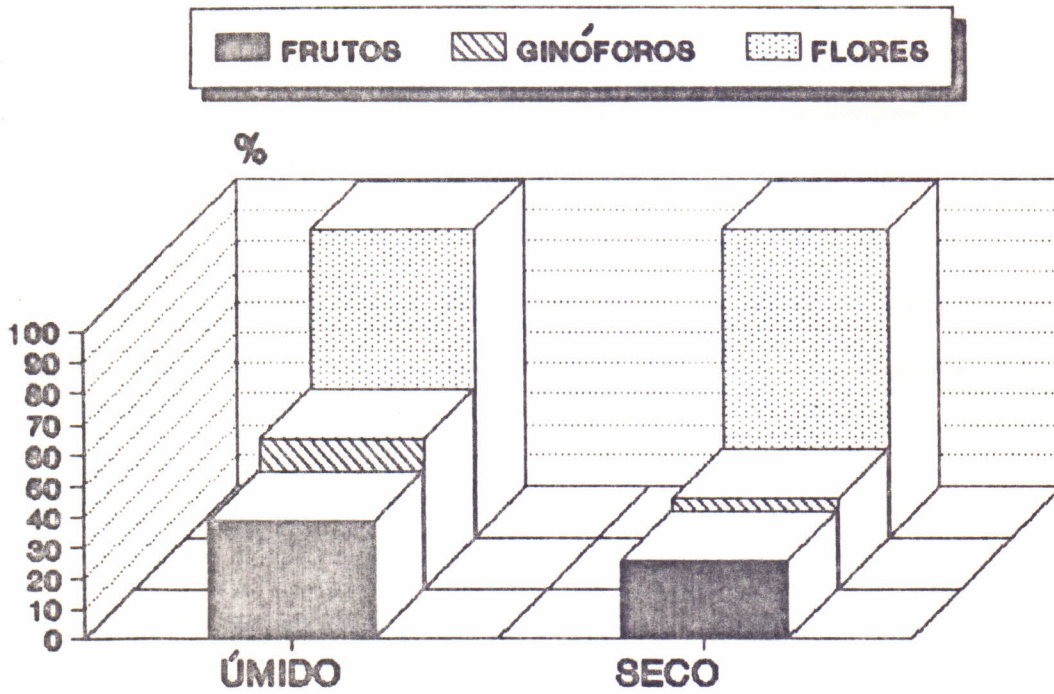


FIGURA 6: Percentagens de frutos e ginóforos em relação as flores produzidas na cultivar PI-165 317.

TABELA 12: Produção de frutos (g/planta) e índice de colheita (%) de duas cultivares de amendoim submetidas a ciclos de deficiência hídrica.

CULTIVAR	PRODUÇÃO DE FRUTOS(g/planta)				ÍNDICE DE COLHEITA (%)		
	ÚMIDO	SECO	MÉDIA	100S/U	ÚMIDO	SECO	MÉDIA
	TATU	32,31	7,09	19,07	21,94	45,78	31,98
PI-165 317	49,83	9,93	29,88	19,92	58,68	38,32	48,50
MÉDIA	41,07	8,51	24,47	---	52,23	35,15	---

de significância de 1% para regime hídrico e 5% para cultivar. Não foi constatada significância estatística para a interação C x RH (Tabela 13). Apesar da cultivar PI-165 317 ter resultados mais satisfatórios do que a cultivar Tatu, esses dados revelam que a produção econômica das cultivares estudadas foi sensivelmente mais reduzida do que a produção biológica.

Resultados semelhantes foram encontrados por SILVA (1986), que constatou uma redução significativa no índice de colheita em cultivares de amendoim submetidas a deficiência hídrica. FREITAS (1992) encontrou resultados contrários e verificou que o déficit hídrico não foi suficiente para reduzir o índice de colheita quando este não era severo. Em trabalho com amendoim, TÁVORA et al. (1985) constataram que o índice de colheita foi reduzido significativamente apenas quando as plantas foram submetidas ao nível extremo de deficiência hídrica.

TABELA 13: Análise de variância do peso seco dos frutos e índice de colheita de duas cultivares de amendoim submetidas a ciclos de deficiência hídrica.

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS	
		PESO SECO DE FRUTOS (1)	ÍNDICE COLHEITA
CULTIVAR (C)	1	0,168**	554,88*
REGIME HÍDRICO (RH)	1	2,766**	1749,67**
INTERAÇÃO C x RH	1	0,003 ^{ns}	58,28 ^{ns}
RESÍDUO	20	0,019	63,78
CV(X)***		10,94	18,28

* - Significativo ao nível de significância de 5%, pelo teste de F.

** - Significativo ao nível de significância de 1%, pelo teste de F.

*** - Coeficiente de variação em porcentagem.

ns - Não significativo ao nível de significância de 5%, pelo teste de F.

1 - Dados transformados para $\log(x+1)$

5 - CONCLUSÕES

- As duas cultivares não apresentaram a ocorrência do ajustamento osmótico, quando submetidas a deficiência hídrica, embora a PI-165 317 tenha demonstrado uma leve redução no potencial osmótico na turgescência máxima, não atingindo, entretanto, significância estatística.
- A deficiência hídrica afetou o comportamento estomático das cultivares em estudo, com aumentos relevantes da resistência estomática, tendo a cultivar Tatu apresentado maior sensibilidade a deficiência hídrica do que a cultivar PI-165 317.
- Em relação à transpiração observou-se comportamento contrário à resistência estomática, isto é, com decréscimos dos seus valores à medida que a deficiência hídrica se intensificava.
- A deficiência hídrica impôs redução na matéria seca da parte aérea de ambas as cultivares, apresentando a cultivar Tatu (67%), uma redução mais acentuada do que a cultivar PI-165 317 (63%).
- Similarmente à matéria seca da parte aérea, a deficiência hídrica reduziu significativamente a matéria seca da raiz em ambas as cultivares, Tatu (60%) e PI-165 317 (50%).

- A relação raiz/parte aérea foi reduzida pela imposição da deficiência hídrica, não havendo entretanto significância estatística para cultivar.
- A deficiência hídrica não impôs reduções significativas para as variáveis ramificação secundária e ramificação terciária, sendo ainda verificado a ocorrência de uma baixa produção destas para ambas as cultivares.
- A produção e fertilização de flores foram afetadas pela deficiência hídrica. Esta redução foi maior na cultivar PI-165 317 (36%) a mais produtiva, em relação a cultivar Tatu (31%)
- Verificou-se a redução no número de ginóforos e frutos em resposta a deficiência hídrica, tendo a cultivar Tatu (54%) apresentado uma redução menor do que a PI-165 317 (56%) a mais produtiva.
- As duas cultivares tiveram o índice de colheita reduzido significativamente, com a cultivar Tatu (68%) apresentando-se mais sensível à deficiência hídrica, em relação a cultivar PI-165 317 (62%).

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J. J. L. Estatística Experimental. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Estatística e Matemática Aplicada. Fortaleza, CE. 1980. 101pp.
- BANZATTO, D.A., KRONKA, S. do N. Experimentação Agrícola. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/FUNEP, 1989. 247pp.
- BENNETT, J.M. Problems Associated with measuring plant water status. HortScience, St. Joseph, Michigan, v.25, n.12, pp.1551-1554, 1990.
- BENNETT, J.M., BOOTE, H.J., HAMMOND, L.C. Alterations in the components of peanut leaf water potential during dessication. Journal of Experimental Botany, Oxford, England, v.32, n.130, pp.1035-1043. 1981.
- BENNETT, J.M., SINCLAIR, T.R., MURCHOW, R.C., COSTELLO, S.R. Dependence of stomatal conductance on leaf water potential, turgor potential, and relative water content in field-grown soybean and maize. Crop Science, Madison, Wisconsin, v.27, pp.977-983. 1987.

- BLACK, C.R., TANG, D.Y., ONG, C.K., SOLON, A., SIMMONDS, L.P. Effects of soil moisture stress on the water relations and the water use of groundnut stands. New Phytologist, London, V.100. pp.313-328. 1985.

- BOOTE, K.J. Peanut. IN: TEARE, I.D., PEET, M.M. Crop Water Relations. New York: John Wiley & Sons, 1983. 547p. pp.256-286.

- BURLE, M.L., RODRIGUES, G.C. Relações hídricas internas da soja sob déficit hídrico em condições de campo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília. v.25, n.6, pp.905-913. 1990.

- COSTA, R.C.L. da, LOPES, N.F., OLIVA, M.A., BARROS, N.F. Efeito da água e do nitrogênio sobre a fotossíntese, respiração e resistência estomática em Phaseolus vulgaris. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.23, n.12, pp.1371-1379. 1988.

- CUTLER, J.M., SHAHAM, K.W., STEPONKUS, P.L. Characterization of internal water relations of rice by a pressure-volume method. Crop Science, Madison, Wisconsin, v.19, pp.681-684, 1979.

- CUTLER, J.M., SHAHAM, K.W., STEPONKUS, P.L. Alteration of the internal relations of rice in response to drought hardening. Crop Science, Madison, Wisconsin, v.10. pp.307-310. 1980.

- ERICKSON, P.I., KETRING, D.L., STONE, J.F. Response of internal tissue water balance of peanut to soil water. Agronomy Journal, Madison, Wisconsin, v.83, n.1, pp.248-253. 1991.

- FREITAS, M.A.S. da R. Influência da duração da deficiência hídrica no crescimento e produtividade do amendoim (Arachis hypogaea L.). Fortaleza: UFC/Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Irrigação, 1992. 114pp. (Dissertação de Mestrado).

- FUNDAÇÃO IBGE, Rio de Janeiro, RJ. Anuário Estatístico do Brasil: Produção Vegetal. Rio de Janeiro. 1992. v.52, 1116pp.

- GESCH, R.W., KENEFICK, D.G., KOEPKE, J.A. Leaf water adjustment and maintenance in hard red winter wheat Crop Science, Madison, Wisconsin, v.32, pp.180-186. 1992.

- HSIAO, T.C. Plant responses to water stress. Annual Review Plant Physiology, Stanford, California, v.24, pp.519-570. 1973.

- IKE, I.F., THURTELL, G.W. Osmotic adjustment in indoor grown cassava in response to water stress. Physiologia Plantarum, Copenhagen, Dinamarca, v.52. pp.257-262. 1981.

- JOHNSON, R.C., NEUYEN, H.T., CROY, L.I. Osmotic adjustment and solute accumulation in two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science, Madison, Wisconsin, v.24, pp.957-962, 1984
- JONES, H.G. Physiological aspects of the control of water status in horticultural crops. HortScience, United Kingdom, v.25, n.1. 1990.
- JONES, M.M., TURNER, N.C. Osmotic adjustment in leaves of sorghum in response to water deficit. Plant Physiology. Lancaster, v.61, pp.122-126. 1978.
- KOIDE, T.R., ROBICHAUX, R.H., MORSE, S.R., SMITH, C.M. Plant water status, hydraulic resistance and capacitance. IN: PEARCE, R.W., EHLERINGER, J., MOONEY, H.A., RUNDEL, R.W.C. Plant Physiological Ecology, Field Methods and Instrumentation. U.S.A.: Hall, 1982 pp.161-183.
- LADIGES, P.Y. Some aspects of tissue water relations in three populations of Eucalyptus viminalis LABILL. New Phytologist, London, v.75, pp.53-62. 1975.
- LAFFRAY, D., LOUGUET, P. Techniques d'études de l'état hydrique des plantes. Amélioration Productivité Agricole em Milieu Aride, Bulletin de Liaison, Paris, n.1. pp.7-34. 1988.

- 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, pp.153-161, 1991.
- MATIM, M.A., BROWN, J.H., FERGUSON, H. Leaf water potential, relative content water, and diffusive resistance as screening techniques for drought resistance in barley. Agronomy Journal, Madison, Wisconsin, v.81, pp.100-105. 1989.
- MCCREE, K.J., RICHARDSON, S.G. Stomatal closure vs osmotic adjustment: A comparison of stress responses. Crop Science, Madison, Wisconsin, v.27, pp.539-543. 1987.
- McDERMITT, D.K. Sources error in the estimation of stomatal conductance and transpiration from porometer data. HortScience, St. Joseph, Michigan, v.25, n.12, pp.1538-1548. 1990.
- MEIKONIAM, J.J., WOLFE, J., STEPONKUS, P.L. Determination of the volumetric modulus of elasticity of wheat leaves by pressure-volume relations and the effect of drought conditioning. Crop Science, Madison, Wisconsin, v.22, n.1, pp.116-123, 1982.

- MORGAM, J.M. Osmotic adjustment in the spikelets and leaves of Wheat. Journal of Experimental Botany, Oxford, England, v.31, n.131, pp.655-665. 1980.
- MORGAM, J.M. Differences in osmoregulation between wheat genotypes. Nature, London, England, v.270, n.17. pp.234-35, 1977.
- MUNNS, R. Why Measure Osmotic Adjustment?. Australian Journal Plant Physiology, v.15, pp.717-726, 1988.
- PALLAS JR., J.E., STANSELL, J.R., KOSKE, T.J. Effects of Drought on Florunner Peanuts. Agronomy Journal, Madison, Wisconsin, v.71. pp.853-858, 1979.
- RAO, R.C.N., SINGH, S., SIVAKUMAR, M.V.K., SRIVASTAVA, K.L., WILLIAMS, J.H. Effect of water deficit at different growth phases of peanut I. Yield response. Agronomy journal, Madison, Wisconsin, v.77, pp.782-786, sep./oct. 1985.
- RITCHIE, G.A., RODEN, J.R. Comparison between two methods of generating pressure-volume curves. Plant Cell and Environment, v.8, pp.49-53, 1985.

- SÁ SOBRINHO, A.F. Efeitos da deficiência hídrica sobre a floração, crescimento vegetativo da raiz e parte aérea em cultivares de amendoim. Fortaleza: UFC/Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia, 1988. 61pp. (Dissertação de Mestrado)

- SALIENDRA, N.Z., MEINZER, F.C. Symplast volume, turgor, stomatal conductance and growth in relation to osmotic and elastic adjustment in droughted sugarcane. Journal of Experimental Botany, Madison, Wisconsin, v.42, n.243, pp.1251-1259, 1991.

- SCHOLANDER, P.F., HAMMEL, H.T., BRADSTREET, E.D. HEMMINGSEN, E.A. Sap pressure in vascular plants. Science, Lancaster, v.148, pp.339-46, 1965.

- SHARP, R.E., DAVIES, W.J. Regulation of growth and development of plants growing with a restrict supply of water. IN: JONES, H.G., FLOWERS, T.J., JONES, M.B. Plants Under Stress. Cambridge: Cambridge University Society for Experimental Biology. 1989. 257pp., pp.71-94. (Seminar Series).

- SHARPE, P.J.H. Adaxial and abaxial stomatal resistance of cotton in the field. Agronomy Journal, Madison, Wisconsin, v.65, pp.570-573. 1973.

- SILVA, A.D.A. da. Deficiência hídrica em cultivares de amendoim (Arachis hypogaea L.). Fortaleza: UFC/Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia, 1986. 54pp. (Dissertação de Mestrado).
- TAIZ, L., ZEIGER, E. Plant Physiology. California: The Benjamin/Cummings Publishing Company, INC. 1992. 559pp.
- TÁVORA, F.J.A.F., MELO, F.I.O. Respostas de cultivares de amendoim a ciclos de deficiência: crescimento vegetativo, reprodutivo e relações hídricas. Ciência Agronômica. Fortaleza: UFC/CCA, 1988. [NÃO IMPRESSO]
- TÁVORA, F.J.A.F., COSTA, J.O., ALVES, J.F.A, FILHO, M.B. Resposta do amendoim (Arachis hypogaea L.) a diferentes níveis de disponibilidade hídrica. Ciência Agronômica, Fortaleza, v.16, n.2, pp.95-102, 1985.
- TURNER, N.C. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. Plant and Soil, Netherlands, v.58, pp.339-366, 1981.
- TURNER, N.C. Crop water deficits: A decade of progress. Advances in Agronomy, London: Academic Press. v.39, pp.1-50. 1986.

- TURNER, N.C., JONES, M.M. Turgor maintenance by osmotic adjustment: A review and evaluation. IN: TURNER, N.C., KRAMER, P.J. Adaptation of Plants to Water and High Temperature Stress, New York: John Wiley, 1980. pp.87-103. 1980.

- TYREE, M.T., HAMMEL, H.T. The measurement of the turgor pressure and the water relations of plants by the pressure-bomb technique. Journal of Experimental Botany, Oxford, England, v.23, n.74, pp.267-82, 1972.

- WILSON, J.R., LUDLOW, M.M., FISCHER, M.J., SCHULZE, E.D. Adaptation to water stress of the leaf water relations of four tropical forage species. Australian Journal Plant Physiology, v.7, pp.707-20. 1980.

- WULLSCHLEGER, S.D., OOSTERHUIS, D.M. Osmotic adjustment and the growth response of seven vegetables crops following water deficit stress. HortScience, St. Joseph, Michigan, v.26, n.9, pp.1210-1212, 1991.