

# RESPOSTA DE CULTIVARES DE AMENDOIM A CICLOS DE DEFICIÊNCIA HÍDRICA: CRESCIMENTO VEGETATIVO, REPRODUTIVO E RELAÇÃO HÍDRICAS

Francisco José A. F. Távora<sup>1</sup> e  
Francisco I. O. Melo<sup>2</sup>

## RESUMO

Um experimento foi conduzido em casa de vegetação, em Fortaleza, Ceará, Brasil, com o objetivo de estudar a resposta de três cultivares de amendoim à imposição de ciclos de deficiência hídrica. A deficiência hídrica determinou reduções na área foliar/planta, número de folhas/planta, e área foliar unitária em níveis semelhantes para todas as cultivares. A redução do número de folhas/planta foi mais expressiva que a redução da área foliar total e unitária, evidenciando um efeito mais depressivo da deficiência hídrica no início dos promórdios foliares que na própria expansão das folhas. Tanto a produção de matéria seca das raízes como da parte aérea foram reduzidas aproximadamente ao mesmo nível (58%) em resposta à deficiência hídrica. O regime hídrico não afetou a produção de ramos laterais dos cultivares estudados. O número de flores/planta foi mais reduzido pela deficiência hídrica que o número de frutos produzidos. A fertilização das flores foi menos afetada pela deficiência hídrica que o preenchimento dos frutos. A deficiência hídrica não alterou o início do processo de floração, ocorrendo para todos os cultivares na quarta semana após o plantio. Entretanto, a distribuição da floração foi influenciada pelo regime hídrico. Observou-se um menor ritmo de floração no início do processo (primeiras semanas) e um maior nas últimas, no tratamento estressado. A deficiência hídrica determinou uma grande redução na transpiração e correspondente aumento na resistência estomática nas duas superfícies foliares. A planta apresentou uma rápida capacidade de recuperação uma vez restabelecido o suprimento hídrico com valores de resistência e transpiração, aproximando-se logo no dia seguinte ao nível do controle. A cultivar Tatu apresentou mais rápido aumento da resistência estomática em resposta ao

estresse. O aumento da resistência estomática na superfície ventral foi mais sensível ao estresse que o da superfície dorsal. A diferença entre a temperatura da superfície foliar e a da atmosfera acompanhou de perto as variações constatadas para transpiração e resistência estomática, constituindo um parâmetro confiável para aferição indireta das condições hídricas da planta.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resistência estomática, transpiração, potencial hídrico, índice de colheita.

## SUMMARY

A greenhouse experiment was carried out in Fortaleza, Ceara, Brazil, to evaluate the response of three peanut cultivars to several cycles of drought stress. Water stress determined reductions in leaf area, leaf number and leaf size for all cultivars. As a consequence of water stress, leaf number was more affected than total leaf area and leaf size. This suggests that drought stress was more depressive to foliar primordia formation than to leaf expansion. Stress reduced both root and top dry matter production to the same extent (58%). Branching habit was not affected by water stress. The number of flowers per plant was reduced to a larger extent by water deficiency than the number of fruits per plant. Flower fertilization was less affected by stress than fruit filling. In all cultivars the flowering process started in the fourth week after planting, independently of the water regime. However, flower distribution was affected by stress. As a result, the rate of flowering was lower at the beginning and higher at the end of the flowering period for the water stress treatment. Leaf transpiration declined and stomatal resistance increased on both abaxial and adaxial leaf surfaces, as a consequence of water stress. Peanut plants showed the ability to recover rapidly from stress. After stress release, stomatal resistance and transpiration approached the levels of the control treatment in about 24 hours, in all cultivars. Tatu cultivar showed the

1 Prof. Adjunto do Centro de Ciências Agrárias da UFC e Bolsista do CNPq.

2 Prof. Adjunto do Centro de Ciências Agrárias da UFC.

most rapid increase of stomatal resistance in response to stress. The stomatal resistance of abaxial leaf surface was more sensitive to water stress than that of the adaxial surface. Differences between leaf and atmosphere temperatures followed closely the variations obtained for transpiration and stomatal resistance. These temperature differences were found to be a valuable indicative of the leaf water status.

KEY WORDS: Stomatal resistance, transpiration, leaf water potencial, harvest index.

## INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é cultivado em diversas regiões do mundo, onde o total de precipitação pluviométrica e sua distribuição usualmente limitam o crescimento e a produção das culturas exploradas. Essa cultura, embora mesófila, apresenta grande adaptação à seca (PANDEY et alii<sup>8</sup>). Dentro da espécie há possibilidade de obtenção de genótipos mais adaptados às condições de deficiência hídrica em função de características morfológicas e fisiológicas (JOSHI et alii<sup>6</sup>; KHALFAOUI<sup>7</sup> e ERICKSON & KETRING<sup>4</sup>). Apesar do recente interesse de alguns estudiosos sobre a matéria, os mecanismos que determinam a resistência à seca no amendoim, como de resto nas culturas em geral, não são conhecidos em profundidade.

O presente estudo teve por objetivos aprofundar o conhecimento sobre o comportamento do amendoim submetido a ciclos de deficiência hídrica, bem assim avaliar o comportamento de cultivares dessa espécie com vistas à identificação de materiais adaptados ao semi-árido cearense.

## MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento foi conduzido em casa de vegetação, no período de 9 de agosto a 8 de novembro de 1988, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, em Fortaleza, Ceará, Brasil. As coordenadas geográficas do local são: 3°46'29" de latitude Sul e 38°31'29" de longitude Oeste, com uma altitude de 30m.

As sementes de amendoim foram semeadas em vasos com 24cm de diâmetro

por 27cm de altura, contendo oito litros de solo natural de textura predominantemente arenosa.

Foram semeadas quatro sementes em cada vaso, para, após quinze dias, realizar-se o desbaste, deixando-se apenas duas plantas. Cada vaso constitui uma parcela experimental. Os tratamentos constaram da combinação de quatro cultivares de amendoim com dois regimes hídricos. Os cultivares foram: PI 165317 e Geórgia, ambos do grupo "Spanish", introduzidos dos Estados Unidos; 55437, do grupo "Spanish", introduzido do Senegal e Tatu, do grupo Valência, cultivar local. Os regimes hídricos empregados foram: úmido, onde as plantas eram irrigadas diariamente, mantendo-se o solo praticamente na capacidade de campo; e seco, onde as plantas eram submetidas a ciclos de estresse hídrico a partir do 11º dia após o plantio.

As plantas do tratamento seco foram submetidas a diversos ciclos de deficiência hídrica severa, desenvolvidos através da interrupção da irrigação até quando as plantas apresentavam níveis críticos de disponibilidade hídrica próximos ao ponto de murcha permanente. Quando esse nível crítico era atingido as plantas eram irrigadas até atingir-se a capacidade de campo, tendo início a partir daí um novo ciclo de estresse com a interrupção do suprimento hídrico. As plantas do tratamento seco foram submetidas a 10 ciclos de deficiência hídrica ao longo do ensaio. As irrigações foram realizadas nos dias 19.08, 31.08, 11.09, 20.09, 30.09, 10.10, 15.10, 21.10, 29.10 e 6.11, totalizando 10 irrigações a intervalos irregulares. No início, o intervalo entre as irrigações era de 15 dias, caindo paulatinamente até 5 dias na fase de preenchimento dos frutos, quando a atividade transpiratória era mais intensa.

O potencial hídrico foliar foi determinado através de uma câmara de pressão modelo 3035 da "Soil Moisture Equipment Corp." de Sta. Bárbara, Ca, USA, semelhante à idealizada por SCHOLANDER et alii<sup>9</sup>. As determinações foram realizadas em folhas totalmente expandidas (terceira folha a partir do ápice), tomando-se duas re-

petições por tratamento. As determinações foram realizadas em torno das 8 horas da manhã do dia 31.08, ocasião em que as plantas do tratamento seco apresentavam sinais agudos de deficiência hídrica, ao final, portanto, de um ciclo de estresse.

As determinações de resistência estomática, transpiração, temperaturas da superfície foliar e do ambiente, e radiação solar, foram realizadas através de um porômetro modelo "LICOR 1600 steady" fabricado pela LICOR em Lincoln, Nebraska, USA. As determinações foram feitas nas duas faces da folha (ventral e dorsal), sendo utilizada a terceira folha a partir do ápice da planta, tomando-se duas repetições por tratamento. Referidas determinações foram inicialmente realizadas ao longo do dia, a intervalos de 2 horas, para aferir-se a variação diária dos parâmetros. Posteriormente, foram realizadas determinações entre 8 e 10 horas da manhã, ao longo do terceiro ciclo de estresse (20.09 a 4.10).

Aos dois meses do plantio foram realizadas duas aplicações de nuvacron à razão de 1,5ml/l, espaçadas de uma semana, a fim de controlar uma incidência de ácaro vermelho (*Tetranychus* sp).

Durante todo o ciclo da cultura foi anotado, diariamente, o número de flores produzidas em todas as parcelas. Por ocasião da colheita, realizada aos 90 dias do plantio, o sistema radicular das plantas foi removido do solo, com o auxílio de jatos de água. Os seguintes parâmetros foram determinados: peso seco do sistema radicular e parte aérea; número de folhas; área foliar; número de ramificações; número de ginóforos; número e peso dos frutos. A matéria seca da raiz e parte aérea foi determinada após secagem em estufa a 100°C durante 24 horas. A área foliar foi determinada com o auxílio de um integrador eletrônico modelo LI-3000 da LICOR, Lincoln, Nebraska, USA.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso num arranjo fatorial 4x2 com quatro repetições, perfazendo um total de 32 parcelas experimentais. Após a análise da variância dos parâmetros relativos à produção e crescimento, as médias

dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, de acordo com COCHRAN & COX<sup>3</sup>.

Os dados relativos à transpiração, resistência estomática e diferença entre a temperatura ambiente e a da superfície foliar foram analisados segundo um esquema fatorial num delineamento inteiramente casualizado com duas repetições.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Crescimento vegetativo

A área foliar/planta foi grandemente afetada pela deficiência hídrica imposta em todos os cultivares (Tabelas 1 e 2). Em média, constatou-se uma redução da ordem de 39,4% no valor desse parâmetro como resposta à deficiência hídrica. As variações constatadas entre os cultivares não atingiram nível de significância, independente do regime hídrico (Tabela 2). O número de folhas/planta também sofreu redução em resposta à deficiência hídrica, porém em menor intensidade. Constatou-se uma redução de apenas 26% na média dos cultivares no tratamento seco. Todos os cultivares apresentaram reduções no número de folhas, em níveis próximos, em resposta à deficiência hídrica. O cultivar 55437 apresentou o menor número de folhas/planta nos dois regimes hídricos (Tabela 1). O terceiro parâmetro descritivo da capacidade assimilatória da planta, a área foliar unitária, foi o menos afetado pela deficiência hídrica, com uma redução média de apenas 17%. Com relação a esse parâmetro, os cultivares apresentaram comportamento semelhante, independente do regime hídrico, não revelando a análise da variância, igualmente, significância estatística para a interação cultivar versus regime hídrico.

Diversos relatos demonstram a grande sensibilidade do alongamento celular à deficiência hídrica (BOYER<sup>2</sup>; TURNER & BEGG<sup>14</sup>). HSIAO<sup>5</sup> enfatiza que o alongamento celular é mais sensível à deficiência hídrica que a divisão celular ou a formação de primórdios. No presente trabalho, constatou-se que a redução no número de fo-

lhas/planta contribuiu em menor parcela para a queda da área foliar total do que a própria redução na área foliar unitária. O primeiro parâmetro (número de folhas) está relacionado diretamente com a formação e desenvolvimento de primórdios foliares, enquanto o segundo (área foliar unitária) relaciona-se diretamente com a expansão celular. Os dados sugerem, pois, que, ao contrário do que sugere a maioria dos relatos presentes na literatura, a formação e desenvolvimento de primórdios parece ter sido mais sensível à deficiência hídrica que a própria expansão celular.

A deficiência hídrica determinou uma redução expressiva na produção de matéria seca total e das raízes das cultivares de amendoim (Tabela 1). O nível de redução foi semelhante para os dois parâmetros, situando-se em torno de 58%. Os cultivares apresentaram pequenas variações, não significativas, para os dois parâmetros estudados (Tabela 2). O amendoim não priorizou a distribuição de matéria seca para o sistema radicular, em resposta à deficiência hídrica. A relação raiz/biomassa para os quatro cultivares situou-se em torno de 19% nos dois regimes hídricos. Embora a literatura registre com frequência efeitos diferenciados da deficiência hídrica na distribuição de matéria seca na raiz e parte aérea, no presente estudo, o amendoim não apresentou essa resposta diferenciada. Tal fato sugere que a discriminação do crescimento da parte aérea em relação à raiz não constituiu mecanismo importante de adaptação à deficiência hídrica. Vale ainda destacar a grande variabilidade deste parâmetro caracterizada por um coeficiente de variação elevado, da ordem de 41% (Tabela 2). A relativamente baixa luminosidade (entre 8 e 10 horas da manhã as plantas receberam em média  $384 \text{ mol.s}^{-1}$ , entre 400 e 800 nm) presente dentro da casa de vegetação talvez tenha estimulado o crescimento da parte aérea da planta, apesar da deficiência hídrica imposta.

Os cultivares estudados, por apresentarem ramificação seqüencial, normalmente detêm um pequeno número de ramificações. Os resultados presentes na Tabela 3

revelam que o número de ramificações secundárias situou-se em torno de quatro. O número de ramos terciários foi extremamente baixo, com valores médios na sua maioria inferiores à unidade. Os dados demonstram que a redução causada pela deficiência hídrica na parte vegetativa está diretamente relacionada ao número e tamanho das folhas e do sistema radicular, uma vez que o modelo de ramificação da planta foi insensível à deficiência hídrica.

### **Floração e frutificação**

O número de flores/planta foi bem menos afetado pela deficiência hídrica que o número de frutos normais/planta (Tabela 3).

O primeiro foi reduzido, em média, da ordem de 16,3% enquanto o segundo sofreu reduções de 53,8%. A maior redução observada no número de frutos demonstra que a deficiência hídrica afetou de forma mais expressiva o processo de fertilização e formação dos frutos do que a formação de primórdios florais. Os cultivares Tatu e PI-165317 apresentaram, respectivamente, o menor e o maior número de flores/planta. O cultivar Tatu apresentou igualmente o menor número de frutos/planta. A Figura 1 retrata a eficiência reprodutiva dos cultivares estudados nos dois regimes. Em todos os cultivares os efeitos causados pelo regime hídrico foram menores na formação dos ginóforos (fertilização) que na formação dos frutos (preenchimento). Cerca de 66,4% e 59,4% da média das flores produzidas pelos cultivares de amendoim foram fertilizados e transformados em ginóforos nos tratamentos úmido e seco, respectivamente. Por sua vez, apenas 35,7% para o tratamento úmido e 20,3% para o seco, transformaram-se em frutos normais. Esses dados revelam que o efeito da deficiência hídrica foi bem mais pronunciado na formação dos frutos (perda de 15,4%) que no processo de fertilização do ovário e formação do ginóforo (perda de apenas 7%).

O processo de produção de flores, em todos os cultivares, independentemente do regime hídrico, foi iniciado na quarta semana após a emergência. Em todos os cultivares constatou-se um pico de floração na

TABELA 1 - Área Foliar Total e Unitária, Número de folhas, Matéria Seca Total e da Raiz, e Relação Raiz/Biomassa de Cultivares de Amendoim Submetidos a Diversos Ciclos de Deficiência Hídrica. Fortaleza, Ceará, 1988.

|   | Tatu  | Geórgia | PI-165317 | 55437 | Média |
|---|-------|---------|-----------|-------|-------|
| Área Foliar (cm <sup>2</sup> )          |       |         |           |       |       |
| Úmido                                   | 1613  | 1958    | 1735      | 1532  | 1709  |
| Seco                                    | 1030  | 1003    | 1201      | 908   | 1035  |
| Média                                   | 1321  | 1480    | 1468      | 1220  | 1372  |
| Número de Folhas/Planta                 |       |         |           |       |       |
| Úmido                                   | 69,7  | 69,2    | 67,0      | 59,7  | 66,4  |
| Seco                                    | 53,7  | 46,7    | 52,7      | 43,5  | 49,1  |
| Média                                   | 61,7a | 57,9ab  | 59,8ab    | 51,6b | 57,7  |
| Área Foliar Unitária (cm <sup>2</sup> ) |       |         |           |       |       |
| Úmido                                   | 23,18 | 28,12   | 26,05     | 25,77 | 25,78 |
| Seco                                    | 19,15 | 21,64   | 22,99     | 21,82 | 21,40 |
| Média                                   | 21,16 | 24,88   | 24,52     | 23,79 | 23,58 |
| Matéria Seca Total (g/planta)           |       |         |           |       |       |
| Úmido                                   | 39,50 | 45,45   | 42,66     | 40,12 | 41,93 |
| Seco                                    | 17,94 | 18,45   | 17,73     | 17,57 | 17,92 |
| Média                                   | 28,72 | 31,95   | 30,19     | 28,84 | 29,92 |
| Matéria Seca da Raiz (g/planta)         |       |         |           |       |       |
| Úmido                                   | 7,53  | 9,04    | 9,87      | 6,63  | 8,27  |
| Seco                                    | 3,49  | 3,35    | 4,04      | 2,76  | 3,41  |
| Média                                   | 5,51  | 6,19    | 6,95      | 4,69  | 5,83  |
| Relação Raiz/Biomassa (%)               |       |         |           |       |       |
| Úmido                                   | 18,72 | 19,91   | 23,11     | 16,00 | 19,44 |
| Seco                                    | 19,12 | 17,66   | 23,58     | 15,47 | 18,96 |
| Média                                   | 18,92 | 18,79   | 23,55     | 15,74 | 19,25 |

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 2 - Análise da Variância e Coeficiente de Variação da Área Foliar por Planta e Unitária (cm<sup>2</sup>), Número de Folhas, Flores e Frutos, e Peso Seco das Raízes, dos Frutos e Total (g) de Cultivares de Amendoim Submetidos a Diversos Ciclos de Deficiência Hídrica. Fortaleza, Ceará, 1988.

| Causas da Variação | GL | Quadrado Médio |        |             |               |                 |                  |                  |            |        |        |
|--------------------|----|----------------|--------|-------------|---------------|-----------------|------------------|------------------|------------|--------|--------|
|                    |    | Área           | Número | Área foliar | Número folhas | Número unitária | Peso seco flores | Peso seco frutos | Peso total | raízes | frutos |
| Blocos             | 3  | 30095          | 104    | 11,7        | 112           | 12,0            | 40,8             | 4,5              | 3,74       |        |        |
| Regime hídrico(R)  | 1  | 3631512**      | 2380** | 153,5**     | 770**         | 1046,5**        | 4611,1**         | 188,7**          | 1000,38**  |        |        |
| Cultivar (C)       | 3  | 124648ns       | 154*   | 22,5ns      | 1467**        | 44,5**          | 18,0ns           | 7,4ns            | 3,71ns     |        |        |
| Interação (Rx C)   | 3  | 72721ns        | 26ns   | 4,3ns       | 39ns          | 5,8ns           | 11,9ns           | 2,1ns            | 0,02ns     |        |        |
| Erro               | 21 | 47329          | 35     | 15,3        | 95            | 7,5             | 10,1             | 5,8              | 2,29       |        |        |
| CV (%)             |    | 15,8           | 10,2   | 16,6        | 17,7          | 17,6            | 10,6             | 41,3             | 12,1       |        |        |

\*\* Significativo ao nível de 1% pelo teste F

\* Significativo ao nível de 5% pelo teste F

ns Não significativo

TABELA 3 - Número de Ramificações Secundárias e Terciárias, Número de Flores e Frutos Normais por Planta, Produção de Vagem e Índice de Colheita de Cultivares de Amendoim Submetidos a Diversos Ciclos de Deficiência Hídrica. Fortaleza, Ceará, 1988.

|                                     | Tatu  | Geórgia | PI-165317 | 55437 | Média |
|-------------------------------------|-------|---------|-----------|-------|-------|
| Número de Ramos Secundários         |       |         |           |       |       |
| Úmido                               | 4,12  | 3,50    | 4,50      | 4,12  | 4,06  |
| Seco                                | 4,12  | 4,12    | 4,87      | 4,00  | 4,27  |
| Média                               | 4,12  | 3,81    | 4,68      | 4,06  | 4,16  |
| Número de Ramos Terciários          |       |         |           |       |       |
| Úmido                               | 0,50  | 0,37    | 1,76      | 0,25  | 0,72  |
| Seco                                | 0,12  | 0,87    | 0,87      | 0,50  | 0,59  |
| Média                               | 0,31  | 0,62    | 1,31      | 0,62  | 0,65  |
| Número de Flores por Planta         |       |         |           |       |       |
| Úmido                               | 47,5  | 59,8    | 76,3      | 56,5  | 60,0  |
| Seco                                | 32,0  | 54,8    | 68,3      | 45,8  | 50,2  |
| Média                               | 30,7  | 57,3    | 72,3      | 51,1  | 55,1  |
| Número de Frutos Normais por Planta |       |         |           |       |       |
| Úmido                               | 16,5  | 23,0    | 22,5      | 22,8  | 21,2  |
| Seco                                | 7,5   | 11,3    | 9,5       | 10,8  | 9,8   |
| Média                               | 12,0b | 17,1a   | 16,0a     | 16,8a | 15,5  |
| Produção de Vagens (g/planta)       |       |         |           |       |       |
| Úmido                               | 17,2  | 18,7    | 18,0      | 18,5  | 18,1  |
| Seco                                | 6,0   | 7,6     | 6,8       | 7,3   | 6,9   |
| Média                               | 11,6  | 13,2    | 12,4      | 12,9  | 12,5  |
| Índice de Colheita                  |       |         |           |       |       |
| Úmido                               | 43,7  | 41,8    | 42,0      | 46,2  | 43,4  |
| Seco                                | 33,4  | 40,8    | 39,6      | 41,8  | 38,9  |
| Média                               | 38,5  | 41,3    | 40,9      | 44,0  | 41,1  |

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

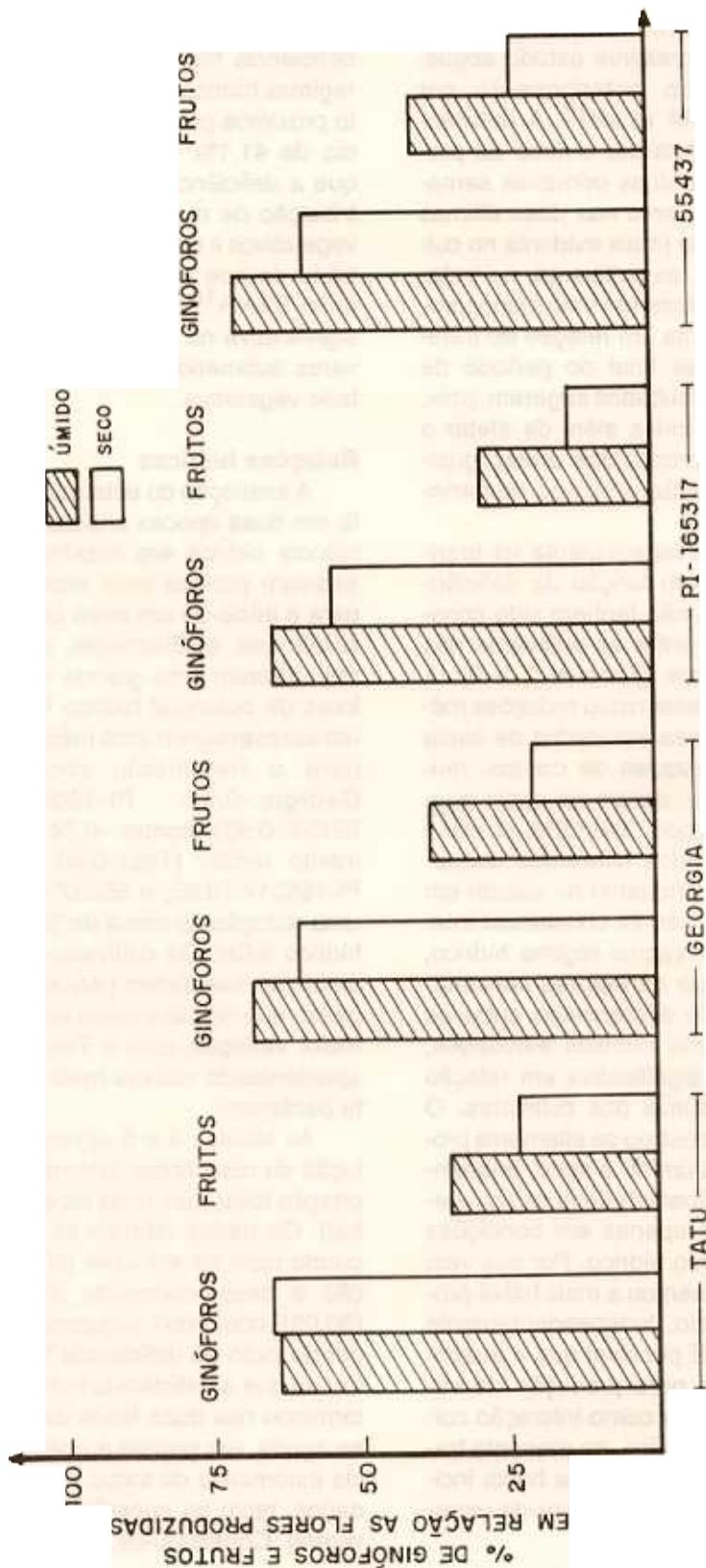


FIGURA 1  
 Eficiência Reprodutiva de Cultivares de Amendoim Submetidos a Ciclos de Deficiência Hídrica. Fortaleza, Ceará, 1988

segunda semana após o início do processo de floração (Figura 2). O modelo de floração observado no presente estudo segue, em geral, o obtido anteriormente por SMITH<sup>11</sup> e TÁVORA et alii<sup>13</sup>. A deficiência hídrica parece retardar o ritmo de produção de flores nas duas primeiras semanas, ocorrendo o inverso nas duas últimas semanas de floração (mais evidente no cultivar Tatu), ou seja, os cultivares, no tratamento úmido, apresentaram uma menor produção de flores/planta em relação ao tratamento seco na fase final do período de florescimento. Os resultados sugerem, pois, que a deficiência hídrica além de afetar o número de flores produzidas afeta, igualmente, sua distribuição ao longo do período de floração.

A produção de vagem/planta foi grandemente reduzida em função da deficiência hídrica, embora não tenham sido constatadas diferenças entre os cultivares nos dois regimes hídricos (Tabelas 2 e 3). A deficiência hídrica determinou reduções médias para os cultivares estudados de cerca de 61,77%. Em pesquisa de campo, reunindo oito cultivares, dentre os quais quatro do presente estudo, TÁVORA et alii<sup>12</sup> encontraram resultados diferentes daqueles aqui relatados. Enquanto no estudo em casa-de-vegetação não foi constatada interação para cultivar *versus* regime hídrico, no ensaio de campo os autores constataram comportamento diferenciado entre os cultivares nos regimes hídricos estudados, além de diferença significativa em relação à capacidade produtiva dos cultivares. O cultivar PI-165317 mostrou-se altamente produtivo nos regimes úmido e seco, enquanto o cultivar Dixie Spanish demonstrou elevada produtividade apenas em condições ótimas de suprimento hídrico. Por sua vez, o cultivar Tatu apresentou a mais baixa produtividade do ensaio, independentemente do regime hídrico. É possível que a ausência de significância para produção de vagem tanto para cultivar como interação cultivar *versus* regime hídrico, no presente trabalho, decorra da relativamente baixa incidência da radiação solar na casa-de-vegetação.

O índice de colheita apresentou um leve decréscimo, não significativo, devido à deficiência hídrica. Os cultivares, nos dois regimes hídricos apresentaram valores muito próximos para esse parâmetro, com média de 41,1%. Esses resultados sugerem que a deficiência hídrica não afetou a distribuição de matéria seca entre os órgãos vegetativos e reprodutivos da planta, ao contrário do que obteve, também com amendoim SILVA<sup>10</sup>, ao constatar uma redução significativa no índice de colheita em cultivares submetidos à deficiência hídrica na fase vegetativa.

### Relações hídricas

A avaliação do estatus de água da planta em duas épocas críticas, quando a deficiência hídrica era máxima e as plantas estavam prontas para receber a irrigação para o início de um novo ciclo de estresse, revela que, efetivamente, todas as cultivares sofreram uma grande redução nos valores de potencial hídrico foliar. Os cultivares apresentaram uma média de -1,40 MPa para o tratamento seco (Tatu:-1,99; Geórgia:-0,99; PI-165317:-1,71; e 55437:-0,93), contra -0,74 MPa do tratamento úmido (Tatu:-0,63; Geórgia:-0,77; PI-165317:10,85; e 55437:-0,72), portanto, uma redução de cerca de 50% no potencial hídrico foliar. Os cultivares, no tratamento úmido apresentaram pequena variação, ao passo que no tratamento seco ocorreu uma maior variação, com o Tatu e o PI-165317 apresentando valores mais baixos para este parâmetro.

As tabelas 4 e 5 apresentaram a evolução da resistência estomática e da transpiração foliar, nas duas faces (dorsal e ventral). Os dados referem-se ao final do segundo ciclo de estresse (20.09), recuperação e desenvolvimento do terceiro ciclo (30.09), com nova recuperação e início do quarto ciclo de deficiência hídrica. Constatou-se que a deficiência hídrica imposta determinou nas duas faces das folhas, na fase aguda, um grande aumento na resistência estomática de todos os cultivares estudados, tanto na superfície dorsal como na ventral. Constatou-se, igualmente, uma rá-

FLORES / PLANTAS

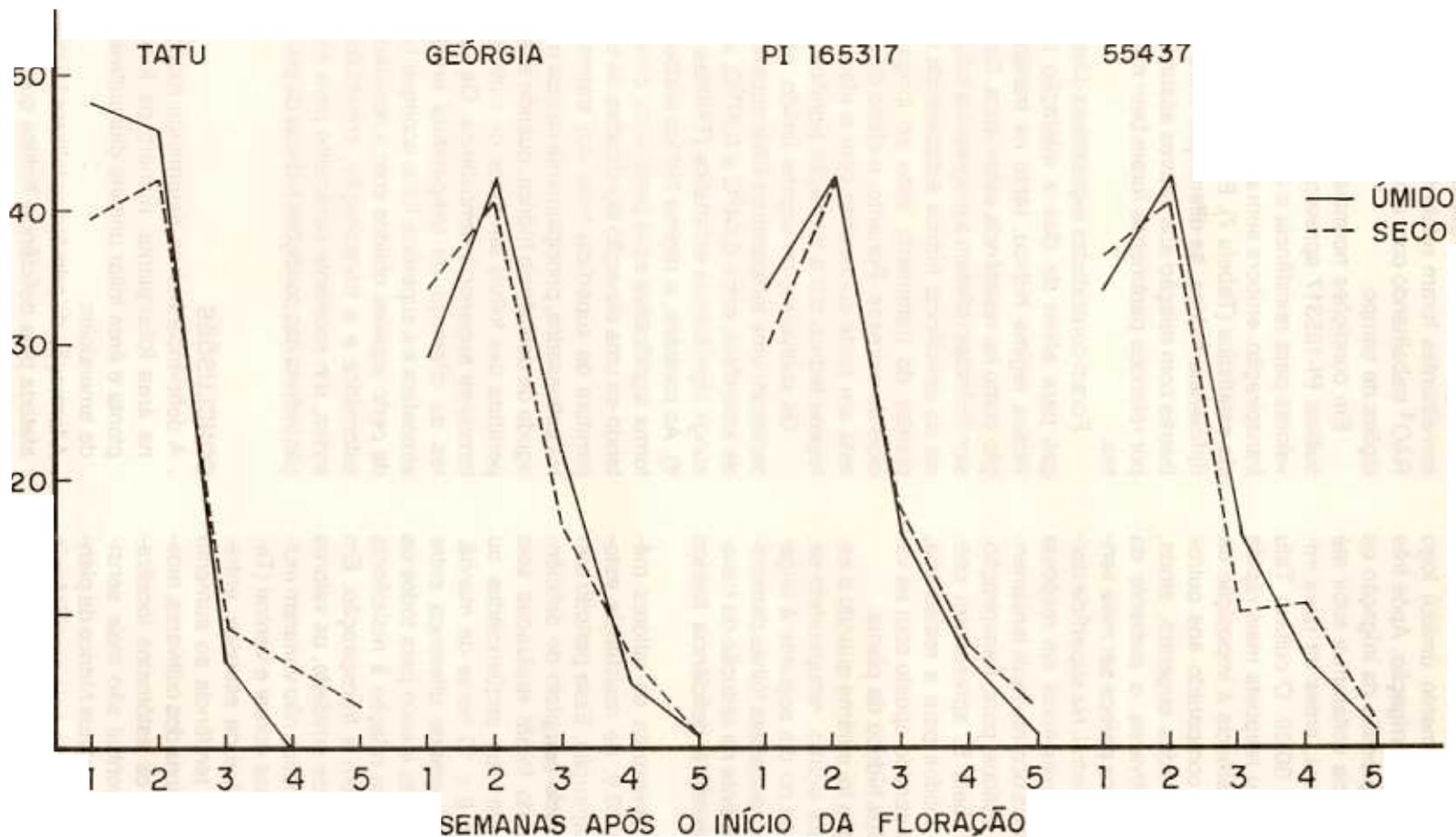


FIGURA 2

Evolução da Floração de Cultivares de Amendoim Submetidos a Ciclos de Deficiência Hídrica. Fortaleza, Ceará, 1988

pida recuperação, com valores muito próximos ao controle (tratamento úmido) logo no primeiro dia após a irrigação. Após três a quatro dias de supressão da irrigação os valores da resistência voltaram a subir até atingir níveis máximos, antes da nova irrigação, ocorrida em 30.09. O cultivar Tatu foi o que apresentou resposta mais rápida de aumento da resistência à imposição da deficiência hídrica, comparado aos outros cultivares. Os resultados sugerem, ainda, que nos quatro cultivares, o aumento da resistência estomática parece ser mais sensível na superfície ventral. Na superfície dorsal o aumento da resistência em resposta à deficiência hídrica ocorreu mais lentamente. Os valores obtidos para transpiração, presentes na Tabela 5, apresentam coerência com os obtidos para a resistência, caminhando em sentido oposto com as variações no estatus hídrico da planta.

A transpiração foi mínima quando o estresse hídrico era agudo, recuperando-se, rapidamente, logo no dia seguinte à irrigação. A superfície ventral das folhas demonstrou ser mais eficiente na redução da transpiração em resposta à deficiência hídrica (Tabela 5).

A tabela 6 apresenta os valores médios entre 21 e 30.9, da resistência estomática e da transpiração. Esse período corresponde a um ciclo completo de deficiência hídrica, quando foram realizadas seis determinações em dias seqüenciados ou alternados, entre 8 e 10 horas da manhã. Observou-se uma grande diferença entre os tratamentos úmido e seco para todos os cultivares, tanto com relação à resistência estomática como com a transpiração. Em condições normais de umidade, os valores de resistência estomática não variaram muito entre as superfícies dorsal e ventral (Tabela 6). Em condições de estresse, entretanto, nota-se uma tendência ao aumento da resistência na maioria dos cultivares, mostrando, ainda, que os estômatos localizados na superfície ventral são mais sensíveis às variações de estatus hídrico da planta. Tal fato é evidenciado pela significância obtida em resistência estomática para regime hídrico e interação superfície foliar ver-

sus regime hídrico (Tabela 7). Resultados semelhantes foram relatados por BABU & RAO<sup>1</sup> trabalhando com amendoim em condições de campo.

Em condições normais de umidade, o cultivar PI-165317 apresentou os menores valores para resistência e os maiores para transpiração, embora sem atingir significância estatística (Tabela 7). Em condições de deficiência hídrica, as diferenças entre cultivares com relação aos valores assumidos por referidos parâmetros foram bem menores.

Foram constatadas expressivas diferenças para efeito de dias e interação dias versus regime hídrico, tanto na transpiração como na resistência estomática. Essas significâncias refletem a progressiva influência da deficiência hídrica estabelecida nas plantas do tratamento seco ao longo do ciclo de estresse. Portanto, o efeito de dias está em parte confundido com o efeito do regime hídrico daí a interação significativa.

Os cultivares, no regime úmido, apresentaram uma temperatura foliar superior à da atmosfera, entre 0,64°C e 0,87°C, sem atingir significância estatística (Tabelas 7 e 8). Ao contrário, o regime hídrico afetou de forma significativa esse parâmetro, constata-se uma elevação significativa da temperatura da superfície foliar dos tratamentos estressados, principalmente na fase mais aguda da deficiência hídrica, quando a temperatura das folhas em todos os cultivares tornou-se superior à atmosférica. Os valores da diferença de temperatura entre a atmosfera e a superfície foliar acompanham de perto aqueles obtidos com a resistência estomática e a transpiração, constituindo, assim, um excelente parâmetro para aferição indireta das condições hídricas da planta.

## CONCLUSÕES

- . A deficiência hídrica determinou redução na área foliar/planta, número de folhas/planta e área foliar unitária das cultivares de amendoim;
- . A formação de primórdios foliares foi mais afetada pela deficiência hídrica que a expansão foliar;

TABELA 4 - Evolução da Resistência Estomática ( $s.cm^{-1}$ ) de Cultivares de Amendoim Submetidos a Deficiência Hídrica. Fortaleza, Ceará, 1988.

| Data   | Tatu  |      | Geórgia |        |       |      | PI-165317 |        |       |      | 5437   |        |       |      |        |        |
|--------|-------|------|---------|--------|-------|------|-----------|--------|-------|------|--------|--------|-------|------|--------|--------|
|        | Úmido |      | Seco    |        | Úmido |      | Seco      |        | Úmido |      | Seco   |        | Úmido |      | Seco   |        |
|        | D**   | V    | D       | V      | D     | V    | D         | V      | D     | V    | D      | V      | D     | V    | D      | V      |
| 20.09* | 3,17  | 2,90 | 651,00  | 652,00 | 3,33  | 5,90 | 579,00    | 715,00 | 3,63  | 4,01 | 619,00 | 679,00 | 3,90  | 3,76 | 618,50 | 483,50 |
| 21.09  | 9,21  | 5,46 | 4,52    | 4,50   | 3,99  | 5,06 | 5,54      | 5,10   | 3,72  | 4,18 | 7,90   | 4,24   | 4,03  | 3,14 | 4,83   | 3,28   |
| 22.90  | 3,17  | 2,77 | 2,63    | 2,59   | 4,44  | 3,17 | 3,68      | 5,06   | 2,48  | 2,73 | 3,38   | 5,15   | 3,43  | 3,09 | 3,44   | 4,57   |
| 23.09  | 2,99  | 4,71 | 2,52    | 4,53   | 9,37  | 6,87 | 3,35      | 2,68   | 3,61  | 6,34 | 3,79   | 4,49   | 5,26  | 4,60 | 3,45   | 3,15   |
| 26.09  | 4,43  | 3,74 | 10,79   | 17,29  | 4,65  | 9,74 | 3,88      | 4,17   | 1,93  | 2,30 | 4,66   | 6,01   | 2,62  | 3,11 | 4,97   | 7,03   |
| 28.09  | 3,57  | 2,90 | 11,15   | 17,70  | 4,33  | 2,99 | 14,25     | 14,60  | 2,44  | 2,43 | 14,16  | 44,15  | 3,43  | 3,31 | 27,05  | 20,00  |
| 30.09* | 4,14  | 4,59 | 166,00  | 167,50 | 6,23  | 8,86 | 163,00    | 172,50 | 3,94  | 2,19 | 163,50 | 177,00 | 5,71  | 5,73 | 150,50 | 181,50 |
| 04.10  | 3,83  | 2,88 | 5,19    | 4,07   | 3,87  | 3,33 | 4,77      | 3,68   | 3,07  | 2,95 | 2,74   | 2,69   | 4,53  | 5,16 | 3,08   | 3,11   |

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

\*\* D: superfície dorsal; V: superfície ventral.

TABELA 5 - Evolução da Transpiração ( $g.cm^2.s^{-1}$ ) de Cultivares de Amendoim Submetidos a Deficiência Hídrica. Fortaleza, Ceará, 1988.

| Data   | Tatu  |      | Geórgia |      |       |      | PI-165317 |      |       |      | 5437 |      |       |      |      |      |
|--------|-------|------|---------|------|-------|------|-----------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|
|        | Úmido |      | Seco    |      | Úmido |      | Seco      |      | Úmido |      | Seco |      | Úmido |      | Seco |      |
|        | D**   | V    | D       | V    | D     | V    | D         | V    | D     | V    | D    | V    | D     | V    | D    | V    |
| 20.09* | 4,65  | 5,00 | 0,26    | 0,15 | 4,55  | 3,88 | 0,17      | 0,05 | 4,15  | 4,10 | 0,44 | 0,07 | 3,86  | 4,22 | 0,47 | 0,08 |
| 21.09  | 2,58  | 3,14 | 3,47    | 4,00 | 3,81  | 4,26 | 2,86      | 3,18 | 4,12  | 3,83 | 2,03 | 3,72 | 3,84  | 4,74 | 3,14 | 4,65 |
| 22.09  | 6,16  | 6,01 | 6,09    | 6,63 | 3,95  | 5,60 | 4,51      | 3,66 | 6,23  | 5,88 | 5,12 | 3,67 | 5,14  | 5,59 | 4,90 | 4,28 |
| 23.09  | 4,63  | 3,53 | 5,69    | 4,13 | 2,73  | 4,15 | 4,04      | 5,09 | 4,19  | 2,23 | 3,55 | 3,12 | 3,70  | 4,04 | 4,50 | 4,33 |
| 26.09  | 5,52  | 5,72 | 1,87    | 1,18 | 4,11  | 3,49 | 4,88      | 4,29 | 9,04  | 7,44 | 3,62 | 2,74 | 7,33  | 6,43 | 3,17 | 3,10 |
| 28.09  | 3,87  | 4,57 | 0,76    | 0,09 | 3,00  | 4,68 | 0,56      | 0,10 | 5,25  | 5,42 | 1,16 | 0,46 | 3,88  | 4,09 | 0,80 | 0,40 |
| 30.09* | 2,62  | 2,42 | 0,07    | 0,07 | 1,68  | 1,58 | 0,07      | 0,07 | 2,64  | 4,42 | 0,07 | 0,07 | 1,84  | 1,89 | 0,09 | 0,07 |
| 04.10  | 4,73  | 5,05 | 4,42    | 3,73 | 3,63  | 4,52 | 3,24      | 3,97 | 4,51  | 4,67 | 4,98 | 5,38 | 3,36  | 3,14 | 4,56 | 4,37 |

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

\*\* D: superfície dorsal; V: superfície ventral.

TABELA 6 - Valores Médios de Resistência Estomática ( $s.cm^{-1}$ ) e Transpiração ( $g.cm^2.s^{-1}$ ) de Cultivares de Amendoim Submetidos a Deficiência Hídrica. Fortaleza, Ceará, 1988.

| Cultivar               | úmido  |         |       | Seco   |         |       |
|------------------------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|
|                        | Dorsal | Ventral | Média | Dorsal | Ventral | Média |
| Resistência Estomática |        |         |       |        |         |       |
| Tatu                   | 4,58   | 4,01    | 4,30  | 32,75  | 35,84   | 34,30 |
| Geórgia                | 5,50   | 6,11    | 5,81  | 32,71  | 33,61   | 33,16 |
| PI-165317              | 3,02   | 2,94    | 2,98  | 32,90  | 40,17   | 36,54 |
| 55437                  | 4,08   | 3,83    | 3,96  | 32,37  | 36,59   | 34,48 |
| Média                  | 4,30   | 4,22    | 4,26  | 32,68  | 36,55   | 34,62 |
| Transpiração           |        |         |       |        |         |       |
| Tatu                   | 4,23   | 4,23    | 4,23  | 2,98   | 2,64    | 2,81  |
| Geórgia                | 3,21   | 3,96    | 3,59  | 2,82   | 2,73    | 2,78  |
| PI-165317              | 5,24   | 4,87    | 5,06  | 2,59   | 2,29    | 2,44  |
| 5543                   | 4,29   | 4,46    | 4,37  | 2,77   | 2,80    | 2,78  |
| Média                  | 4,24   | 4,38    | 4,31  | 2,79   | 2,63    | 2,70  |

TABELA 7 - Análise da Variância dos Parâmetros Relativos ao Estudo de Relações Hídricas de Cultivares de Amendoim Submetidos à Deficiência Hídrica. Fortaleza, Ceará. 1988.

| Fontes de Variação     | GL    | Quadrado Médio |                        |                                  |
|------------------------|-------|----------------|------------------------|----------------------------------|
|                        |       | Transpiração   | Resistência estomática | Dif. temperatura ambiente-folha) |
| Cultivar (C)           | 3     | 2,73 ns        | 2,80 ns                | 0,12 ns                          |
| R. Hídrico (RH)        | 1     | 124,26 **      | 44240,59 **            | 9,90 **                          |
| CxRH                   | 3     | 6,72 ns        | 77,53 ns               | 0,39 ns                          |
| Superfície foliar (SF) | 1     | 0,01 ns        | 172,82 *               | 0,07 ns                          |
| CxSF                   | 3     | 0,47 ns        | 18,48 ns               | 0,29 ns                          |
| RHxSF                  | 1     | 0,52 ns        | 186,63 *               | 0,09 ns                          |
| CxSFxRH                | 3     | 0,45 ns        | 25,38 ns               | 0,14 ns                          |
| Dias (D)               | 5     | 68,13 **       | 34745,18 **            | 1,08 **                          |
| CxD                    | 15    | 2,88 ns        | 31,38 ns               | 0,10 ns                          |
| RHxD                   | 5     | 23,40 **       | 33904,56 **            | 2,08 **                          |
| CxRHxD                 | 15    | 3,37 ns        | 28,12 ns               | 0,16 ns                          |
| SFxD                   | 5     | 1,70 ns        | 64,97 ns               | 0,23 ns                          |
| CxSFxD                 | 15    | 0,76 ns        | 39,18 ns               | 0,07 ns                          |
| RHxSFxD                | 5     | 1,05 ns        | 55,70 ns               | 0,03 ns                          |
| CxRHxSFxD              | 15    | 0,44 ns        | 41,76 ns               | 0,10 ns                          |
| Erro                   | 96    | 2,24           | 45,39                  | 0,13                             |
| CV (%)                 | 42,37 | 34,65          | 66,96                  |                                  |

\*\* Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

\* Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

ns Não significativo.

TABELA 8 - Diferença de Temperatura (°C) Entre a Atmosfera e a Superfície Foliar de Cultivares de Amendoim submetidos a Ciclos de Deficiência Hídrica. Fortaleza, Ceará, 1988.

| Dias  | Tatu  |       | Geórgia |       | PI-165317 |       | 55437 |       |
|-------|-------|-------|---------|-------|-----------|-------|-------|-------|
|       | Úmido | Seco  | úmido   | seco  | Úmido     | seco  | úmido | seco  |
| 21.09 | 0,48  | 0,65  | 0,53    | 0,50  | 0,55      | 0,58  | 0,98  | 0,41  |
| 22.09 | 0,50  | 0,90  | 0,55    | 0,58  | 1,10      | 0,53  | 0,70  | 0,40  |
| 23.09 | 0,53  | 0,45  | 0,50    | 0,83  | 0,63      | 0,63  | 0,70  | 0,65  |
| 26.09 | 1,0   | 0,08  | 0,79    | 0,88  | 1,00      | 0,50  | 1,25  | 0,33  |
| 28.09 | 0,95  | -0,40 | 0,80    | -0,08 | 0,90      | 0,00  | 0,85  | -0,20 |
| 30.09 | 0,85  | -0,33 | 0,65    | -0,03 | 0,98      | -0,43 | 0,73  | -0,25 |
| Média | 0,72  | 0,22  | 0,64    | 0,44  | 0,86      | 0,30  | 0,87  | 0,22  |

Obs: A irrigação foi suprimida no tratamento seco a partir de 20.09.

- . A distribuição de matéria seca nas raízes, parte aérea e frutos não foi afetada pela deficiência hídrica;
- . Tanto a matéria seca da parte aérea como a das raízes foi reduzida ao nível de 42% da produção do controle, nos tratamentos onde a água foi restringida;
- . A deficiência hídrica determinou uma redução média na produção de vagens, nos três cultivares, da ordem de 62% do controle;
- . A produção e fertilização das flores foi menos afetada pela deficiência hídrica que o preenchimento dos frutos;
- . A transpiração nas duas superfícies foliares foi grandemente reduzida em resposta à deficiência hídrica. A resistência estomática sofreu aumentos substanciais em resposta à deficiência hídrica. Os estômatos da superfície ventral apresentaram maior sensibilidade (resposta mais rápida) às variações das condições hídricas da planta;
- . O amendoim apresentou rápida capacidade de recuperação após cessado o estresse. Com apenas 24 horas, a transpiração e a resistência estomática atingiram o nível do controle;

- . A diferença de temperatura entre a atmosfera e a superfície foliar foi grandemente afetada pela deficiência hídrica, constituindo esse parâmetro um bom índice das condições hídricas da planta, e
- . Não foram encontrados comportamentos diferenciados de realce entre os cultivares estudados com relação aos parâmetros de crescimento e de relações hídricas estudados.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - BABU, V.R. & RAO, D.V.M. Water stress adaptation in the groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Foliar characteristics and adaptation to moisture stress. **Plant Physiology & Biochemistry**, 10(1):64-80, 1983.
- 2 - BOYER, J.S. Leaf enlargement and metabolic rates in corn, soybean and sunflower at various leaf water potential. **Plant Physiology**, 46:233-235, 1970.
- 3 - COCHRAN, N.C. & COX, G.M. **Experimental Designs**. New York, John Wiley & Sons.

- 4 - ERIKSON, P.I. & KETRING, D.L. Evaluation of peanut genotypes for resistance to water stress in situ. **Crop Science**, 25:870-876, 1985.
- 5 - HSIAO, T.C. Plant response to water stress. **Annual Rev. Plant Physiology**, 24:519-70, 1973.
- 6 - JOSHI, Y.C.; NAUTIYAL, P.C.; RAVINDRA, V. & DWIVEDI, R.S. Water relation in two cultivars of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) under soil water deficit. **Trop. Agric.**, 65(2):182-184, 1988.
- 7 - KHALFAOUI, J.L.B. Conduite de l'amélioration génétique de l'adaptation à sécheresse, en fonction de ses mécanismes physiologiques. **Oleagineux**, 40(3):329-332, 1985.
- 8 - PANDEY, R.K.; HERRERA, W.A.T. & PENDLETON, J.N. Drought response of grain legumes under irrigation gradient. I: Yield and yield components. **Agronomy J.**, 76:549-552, 1984.
- 9 - SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; HEMMINGSEN, E.A. & BRAOS-TREET, E.D. Sap pressure in vascular plants. **Science**, 148:339-346, 1965.
- 10 - SILVA, A.D.A. da. Deficiência hídrica em cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) Dep. de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1986, 54p. (Tese de Mestrado).
- 11 - SMITH, B.W. *Arachis hypogaea* reproductive efficiency. **Amer. Journal of Botany**, 41:607-616, 1954.
- 12 - TÁVORA, F.J.A.F.; COSTA, J.O.; ALVES, J.F. Resposta do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) a diferentes níveis de disponibilidade hídrica. **Ciênc. Agron.**, 16(2):95-102, 1985.
- 13 - TÁVORA, F.J.A.F.; MAMEDE, F.B.F. & OLIVEIRA, E.B. Manipulação do período de florescimento do amendoim. **Ciênc. Agron.** 10(1):43-47, 1980.
- 14 - TURNER, N.C. & BEGG J.E. Plant-water relations and adaptation to stress. **Plant and Soil**, 58:97-131, 1981.