

EFEITOS DA DEFICIÊNCIA HÍDRICA SOBRE A FLORAÇÃO,
CRESCIMENTO VEGETATIVO DA RAIZ E PARTE AÉREA EM CULTIVARES
DE AMENDOIM.

ANTONIO FRANCO DE SÁ SOBRINHO

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
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

Fortaleza - 1988

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

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

Antonio Franco de Sá Sobrinho

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 26/9/1988.

Prof. Francisco José Alves Fernandes Távora, PhD.
Orientador

Prof. Francisco Ivaldo Oliveira Melo, Doutor.
Conselheiro

Prof. Fanuel Pereira da Silva, PhD.
Conselheiro

Prof. Francisco Célio Guedes Almeida, PhD.
Coordenador do Curso

À memória de meus pais, Abílio Taumaturgo e Maria da Conceição, pela minha formação moral e religiosa.

Ao meu filho Luís Fernando Oliveira Franco de Sã, pela confiança na minha capacidade, e que este trabalho sirva-lhe como exemplo.

Aos meus irmãos, sobrinhos, prima Maria do Livramento e cunhados.

D E D I C O

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me tranquilizou e me deu forças para lutar nos momentos mais incertos, nesta etapa de minha vida.

À Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Manaus - UEPAE, de Manaus - Amazonas, pela oportunidade concedida para a realização do Curso de Mestrado.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, pelo tempo necessário à conclusão do Curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão de bolsa de estudo.

Ao professor Francisco José Alves Fernandes Távora, pela orientação precisa e oportuna.

Ao professor Francisco Ivaldo Oliveira Melo, pela valiosa contribuição, através das críticas e sugestões.

Ao professor Fanuel Pereira da Silva, pelo seu ensinamentos, críticas, sugestões e por suas decisões coerentes como Coordenador do Curso de Mestrado em Fitotecnia.

Ao professor Luís Gonzaga Rebouças Ferreira, pela contribuição e sugestões durante a realização do trabalho.

Aos professores Marcos Vinícius Assunção, Raimundo Gladstone Monte Aragão, Francisco Valter Vieira, pelo apoio e amizade.

Aos colegas Francisco Gerardo M. Albuquerque, Lúcia de Fátima Souza Silveira, Ivan Martins Albuquerque pelo auxílio durante a execução do trabalho.

Aos colegas de curso, pela amizade e consideração durante o período de convivência.

Finalmente, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a execução deste trabalho, especialmente: Tarcísio P. O. Marra, Isaias O. de Lima, Mônica Correia Aquino, Antonio Cláudio Rodrigues de Sá, Júlio Cesar Torreão Smith, Maria de Fatima de Oliveira, José Jackson Bacelar Nunes Xavier, Wangles Pequeno Braga, Antonio Cândido do Carmo e Maria das Graças Cruz Pereira.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2 - <u>REVISÃO DE LITERATURA</u>	3
2.1 - <u>Efeito da Deficiência Hídrica nos Processos Fisiológicos</u>	3
2.1.1 - Fotossíntese e respiração	3
2.1.2 - Iniciação de primórdios, divisão e alongamento celular	5
2.1.3 - Comportamento estomático	6
2.2 - <u>Efeito da Deficiência Hídrica no Comportamento, Crescimento e Produção das Plantas Cultivadas</u>	6
2.2.1 - Susceptibilidade à deficiência e estágios críticos	6
2.2.2 - Crescimento e produção	8
2.2.3 - Sistema radicular	10
2.3 - <u>Mecanismos e Possibilidades de Aumento da Adaptação à Seca</u>	11
3 - <u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	15
4 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	19
4.1 - <u>Potencial Hídrico Foliar</u>	19
4.2 - <u>Número Total e Produção Semanal de Flores</u>	19
4.3 - <u>Número de Ramos Laterais</u>	30
4.4 - <u>Número de Folhas e Área Foliar</u>	32
4.5 - <u>Matéria Seca e Relação Raiz/Parte Aérea</u>	36

4.6 - <u>Volume e Comprimento do Sistema Radicular</u>	42
4.7 - <u>Estratificação do Sistema Radicular no Perfil do Solo</u>	45
5 - <u>CONCLUSÕES</u>	54
6 - <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	57

LISTA DE TABELAS

TABELAS

Página

1	Análise química e granulométrica do substrato utilizado nos Ensaios I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil	16
2	Potencial hídrico foliar (MPa) de cultivares de amendoim, submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaios I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil	20
3	Análise de variância e coeficiente de variação do número de flores, número de ramos laterais e número de folhas de cultivares de amendoim, submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaios I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil	21
4	Número de flores/planta de cultivares de amendoim, submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaios I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil	22
5	Número de ramos laterais/planta de cultivares de amendoim, submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaios I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil	31
6	Número de folhas/planta de cultivares de amendoim, submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaios I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil	33

TABELAS

Página

7	Análise de variância e coeficiente de <u>va</u> <u>riação</u> da área foliar (cm^2), <u>matéria se</u> <u>ca</u> da parte aérea (g) e matéria seca da raiz (g) de cultivares de amendoim, sub metidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil	34
8	Área foliar (cm^2 /planta) de cultivares de amendoim, submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil	35
9	Matéria seca da parte aérea (g/planta) de cultivares de amendoim, submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). En saio I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil ...	37
10	Matéria seca da raiz (g/planta) de culti vares de amendoim, submetidas a dois re gimes hídricos (úmido e seco). Ensaio I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil	38
11	Análise de variância e coeficiente de <u>va</u> <u>riação</u> da relação da matéria seca raiz/ parte aérea, volume (cm^3) e comprimento da raiz (m) de cultivares de amendoim, submetidas a dois regimes hídricos (úmi do e seco). Ensaio I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil	40
12	Relação da matéria seca raiz/parte aérea de cultivares de amendoim, submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). En saio I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil ...	41

TABELAS

Página

13	Volume da raiz ($\text{cm}^3/\text{planta}$) de culturas de amendoim, submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil	43
14	Comprimento da raiz (m/planta) de culturas de amendoim, submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil	44
15	Distribuição do volume do sistema radicular ($\text{cm}^3/\text{planta}$), por estratos de solo (20cm), de cultivares de amendoim, submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio I. Fortaleza, Ceará, Brasil	46
16	Distribuição do comprimento do sistema radicular (m/planta), por estratos de solo (20cm), de cultivares de amendoim, submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio I. Fortaleza, Ceará, Brasil	47
17	Distribuição da matéria seca do sistema radicular (g/planta), por estratos de solo (20cm), de cultivares de amendoim, submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio I. Fortaleza, Ceará, Brasil	48
18	Distribuição do volume do sistema radicular ($\text{cm}^3/\text{planta}$), por estratos de solo (20cm), de cultivares de amendoim, submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio II. Fortaleza, Ceará, Brasil	49

TABELAS

Página

- 19 Distribuição do comprimento do sistema ra-
dicular (m/planta), por estratos de solo
(20cm), de cultivares de amendoim, subme-
tidas a dois regimes hídricos (úmido e se-
co). Ensaio II. Fortaleza, Ceará, Brasil... 50
- 20 Distribuição da matéria seca do sistema
radicular (g/planta), por estratos de so-
lo (20cm), de cultivares de amendoim, sub-
metidas a dois regimes hídricos (úmido e
seco). Ensaio II. Fortaleza, Ceará, Bra-
sil 51

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS

Página

1	Produção de flores por planta das cultivares Tatu, 55.437, Geórgia, Dixie Spanish submetidas à dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio I. Fortaleza, Ceará, Brasil	24
2	Produção de flores por planta das cultivares PI 268-689, IAL-18, PI 165-317, e CE 69-11 submetidas à dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio I. Fortaleza, Ceará, Brasil	25
3	Produção de flores por planta das cultivares R 33-1 e Tatuí submetidas à dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio I. Fortaleza, Ceará, Brasil	26
4	Produção de flores por planta das cultivares Cariri Vermelho, Spanish Improved, 1066 e 1029 submetidas à dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio II. Fortaleza, Ceará, Brasil	27
5	Produção de flores por planta das cultivares B-9, SD-HP, JH-113 e V-4 submetidas à dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio II. Fortaleza, Ceará, Brasil	28
6	Produção de flores por planta das cultivares A-2 e GNML submetidas à dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio II. Fortaleza, Ceará, Brasil	29

RESUMO

Estudos foram conduzidos em casa de vegetação em Fortaleza, Ceará, Brasil em 1985 e 1986, com o objetivo de verificar o efeito da deficiência hídrica sobre a floração, crescimento da parte aérea e estratificação do sistema radicular de cultivares de amendoim. A imposição da deficiência hídrica determinou reduções significativas nos seguintes parâmetros: número de flores/planta, matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, número de ramos laterais, número de folhas, área foliar, e comprimento e volume do sistema radicular. A relação raiz/parte aérea foi maior no tratamento seco. Em algumas cultivares a deficiência hídrica determinou um adiantamento no pico de floração. A deficiência hídrica reduziu, de forma mais drástica, o crescimento vegetativo das cultivares de ramificação alternada (grupo Virginia). O número de folhas/planta foi menos afetado pelo regime seco que a área foliar/planta, permitindo concluir que a ausência de água afetou mais o alongamento celular que a divisão celular. Apesar da ausência de interação cultivar x regime hídrico, na maioria dos parâmetros estudados, observou-se diferentes níveis de reduções desses parâmetros nas cultivares estudadas como resposta à deficiência hídrica. A deficiência hídrica modificou a estratificação do sistema radicular no perfil do solo. Embora a cultura tenha apresentado uma maior concentração nos primeiros 40cm, constatou-se um aprofundamento das raízes em todas as cultivares em resposta à deficiência hídrica. Os prejuízos causados pela deficiência hídrica no conjunto das cultivares estudadas foram bem maiores no volume que no comprimento ou matéria seca do sistema radicular provocando a formação de raízes mais finas.

ABSTRACT

With the objective of studying the effects of water deficits on flowering, top growth and root system stratification of peanut cultivars, two greenhouse experiments were conducted in Fortaleza, Ceará, Brazil in 1985 and 1986. The following parameters were significantly reduced as a consequence of water stress: number of flower and leaves/plant, tops and roots dry matter, number of lateral branches, leaf area, and length and volume of the root system. The root/shoot ratio was higher in the dry treatment for all cultivars studied. The water shortage determined an anticipation in the flowering peak of some cultivars. The alternating branching cultivars (Virginia group) showed a decrease in the vegetative growth as a consequence of the water stress imposed. The number of flower/plant was less affected by water stress than the leaf area/plant. These results led to the conclusion that the water stress regime caused a higher decrease in cell enlargement than in cell division. Despite the absence of interaction between cultivar x water regime, for most of the parameters studied, peanut cultivars reacted differently as a result of the water stress imposed. Water stress influenced the root growth pattern throughout the soil profile. Peanut plants had a shallow root system, with a higher percentage of root dry matter in the first 40cm of soil. It was observed a deepening of the roots as a response to the water stress imposed. Water stress decreased more root volume than root dry matter. As a consequence, roots were thinner when water stress was imposed.

1 - INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma leguminosa tropical, de crescimento indeterminado, originária da América do Sul. Seu ciclo varia de 90 a 140 dias. A temperatura média diária ótima, situa-se em torno de 22 a 28°C com redução sensível de produção para temperaturas menores do que 18°C e maiores do que 33°C. A planta não é sensível ao fotoperiodismo. A cultura adapta-se melhor a solos bem drenados, soltos e de textura arenosa (REICHARDT, 1987). Dependendo do clima, as necessidades de água para o ciclo completo variam de 500 a 700mm. Culturas sem irrigação chegam a produzir de 2 a 3 t/ha de frutos não descascados, secos ao ar. Culturas desenvolvidas com alta tecnologia, irrigação e adubação podem produzir de 3,0 a 4,5 t/ha.

A cultura do amendoim começou a ser efetivamente explorada no início do século, quando várias cultivares foram rapidamente difundidas por quase todas as regiões tropicais e sub-tropicais do Globo (GODOY et alii, 1985). É muito usado na pastelaria e confeitaria, além de ser consumido de diversas maneiras, principalmente torrado e confeitado. A semente produz um delicado azeite de grande aplicação na cozinha e na indústria farmacêutica. Pode ser transformado em manteiga, e refinado é excelente para o preparo de frituras e saladas. A borra da indústria oleícola é aproveitada na fabricação de sabão e a torta na alimentação animal (PRATA, 1977).

Dentre os países que mais se dedicam à cultura do amendoim atualmente destacam-se por volume de produção, a Índia, a China, os E.U.A. e a Indonésia, cujas produções em 1986 atingiram 6,4, 5,9, 1,6 e 0,8 milhões de toneladas (Anuário da FAO, 1987). Neste mesmo período a produção brasileira foi de 0,2 milhões de toneladas. No Brasil, o amendoim é cultivado de norte a sul, sendo o Estado de São Pau

lo seu maior produtor (ANÔNIMO, 1984), contribuindo com mais de 80% do total produzido no país. O Nordeste contri
bui com apenas 2% da produção nacional (BRITO, 1984).

A indústria cearense de beneficiamento de sementes oleaginosas processa basicamente sementes de algodão, oitica
cica, mamona e babaçu. A par disso, referida indústria atra
vessa uma crise das maïs sérias, operando com elevado nível de ociosidade. O amendoim constitui uma excelente opção pa
ra suprir parte dessa deficiência que se ressente o setor industrial de processamento de sementes oleaginosas. Por ou
tro lado, o amendoim tem a vantagem de ser facilmente adaptado às condições de deficiência hídrica, características da região semi-árida cearense (GILLIER & SILVESTRE, 1970).

No Nordeste brasileiro, as pesquisas antes de tudo, devem objetivar a obtenção de materiais que apresentem maior estabilidade de produção e capacidade de produzir sa
tisfatoriamente em condições de deficiência hídrica. PRISCO (1986), estudando as possibilidades de exploração de lavou
ras xerófilas no semi-árido brasileiro, sugeriu a seleção e o melhoramento de espécies cultivadas que já possuíssem al
gumas características de adaptabilidade à seca. TÁVORA et
alii (1985) consideraram que a identificação da resposta di
ferenciada de cultivares de amendoim, quando submetidas à deficiência hídrica, contribuiria para o desenvolvimento dessa importante cultura na região semi-árida do Nordeste brasileiro.

O presente trabalho tem como objetivos principais:
(a) determinar parâmetros que possam explicar o possível com
portamento diferenciado de cultivares de amendoim, submeti
das à deficiência hídrica; (b) identificar cultivares de amendoim que apresentem características de resistência à se
ca; (c) estudar a estratificação, o crescimento e o desenvolvimento do sistema radicular de cultivares de amendoim sub
metidas à deficiência hídrica.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

O estudo da deficiência hídrica tem merecido, nas últimas décadas, especial atenção por parte dos fisiologistas e agrônomos, em virtude da grande importância que o fenômeno acarreta no crescimento e produção das plantas superiores, (HSIAO, 1973; BENNET et alii, 1981 e SOUZA et alii, 1983).

Segundo FISCHER & TURNER (1978), a deficiência hídrica causa uma redução geral no crescimento e produção das plantas cultivadas, constituindo a água nas regiões áridas e semi-áridas o fator mais importante na definição da produtividade agrícola. Segundo os mesmos autores cerca de 2/5 da superfície terrestre encontram-se em regiões áridas e semi-áridas do Globo (FISCHER & TURNER, 1978). Os autores estimam ainda que 32% das terras potencialmente cultiváveis se encontram em regiões semi-áridas, onde os problemas causados pela deficiência hídrica são frequentes e graves. É importante frisar que a deficiência de água não se encontra limitada às zonas áridas e semi-áridas. Em zonas úmidas, a deficiência de água não constitui um problema grave, porém, as produções agrícolas poderiam ser grandemente aumentadas, caso se administrasse às plantas, nessas regiões, um suprimento contínuo e adequado de água.

2.1 - Efeito da Deficiência Hídrica nos Processos Fisiológicos

2.1.1 - Fotossíntese e respiração

Os efeitos da deficiência hídrica nos processos assimilatórios dos vegetais, principalmente na fotossíntese,

têm despertado a atenção de muitos pesquisadores. As espécies vegetais diferem muito em sua capacidade de resistir à falta de água, isto é, diferem naquele ponto a partir do qual a fotossíntese é seriamente reduzida. Também diferem muito quanto ao tempo de recuperação, uma vez cessada a escassez de água. Estudando plantas de tomate sob a influência de diferentes níveis de potencial hídrico foliar nas taxas de fotossíntese e respiração, BRIX (1962) concluiu que ao nível de -9 bar não houve efeitos nos dois processos. Por outro lado, ao atingir -14 bar, a atividade fotossintética foi paralizada e a respiração decresceu de 30%.

SLATYER (1967) considerou duas maneiras do estresse hídrico interferir na fotossíntese: (a) reduzindo a taxa de suprimento de CO₂ em virtude do estresse hídrico causar fechamento dos estômatos; (b) afetando diretamente os processos bioquímicos envolvidos na fotossíntese.

BOYER (1970) estudando as culturas do milho, soja e girassol, observou que quando o potencial hídrico das plantas estudadas decrescia, o crescimento foliar era inibido primeiramente e mais severamente que a fotossíntese ou a respiração.

HSIAO (1973) encontrou que diferenças entre os níveis de intensidade, ou até mesmo a duração, podiam determinar resultados conflitantes nos trabalhos de avaliação do efeito do estresse hídrico nos processos respiratórios dos vegetais. BEGG & TURNER (1976) constataram que em algumas espécies vegetais, a respiração escura era diminuída desde que a deficiência hídrica provocasse fechamento dos estômatos e decréscimo na atividade fotossintética. Os autores salientaram que a redução da respiração era menor que a da fotossíntese.

BHAGSARI et alii (1976) relataram que o decréscimo na fotossíntese líquida em amendoim acompanhava a redução do teor relativo de água (TRA). Grandes reduções na fotossíntese líquida e condutância estomática ocorreram quando o TRA caiu de 85 para 75%.

PRISCO (1986) considerando que a produtividade vegetal depende basicamente da atividade fotossintética, con

cluiu que qualquer mecanismo de resistência à seca que afetasse a fotossíntese, teria influência negativa na produtividade dos vegetais.

MOTA (1986) informou que menos de 1% da água que passava pela planta é aproveitada na fotossíntese. Deste modo a deficiência de água exercia um acentuado efeito sobre o nível de atividade fotossintética, pois o protoplasma desidratado tinha diminuída sua capacidade fotossintética.

O autor comentou também, que a taxa de respiração tendia a aumentar quando diminuía a umidade.

2.1.2 - Iniciação de primórdios, divisão e alongamento celular

Trabalhando com plantas de trigo (*Triticum aestivum* L.) PETINOV (1965) observou que desde a iniciação dos primórdios até a diferenciação dos vasos condutores, todas as células estavam em processo de contínua divisão. Sob restrições de umidade, a diferenciação ocorria mais rapidamente, induzindo a maturação precoce do tecido. Em condições normais de disponibilidade de água, o alongamento celular continuava por mais tempo.

De acordo com SLATYER (1969) a iniciação dos primórdios vegetativos e reprodutivos dos meristemas apical e o alongamento das células deles diferenciados, eram bastante sensíveis à deficiência hídrica. O autor chegou à conclusão de que o efeito da deficiência de água na iniciação dos primórdios apresentava alguma semelhança com o efeito da dormência, uma vez que a iniciação podia ser suspensa sem afetar a potencialidade de posterior desenvolvimento, desde que a falta da água não fosse tão severa ou prolongada.

HSIAO (1973) encontrou que quando a desidratação era prolongada, a divisão celular em alguns casos, era tão sensível à deficiência de água como o alongamento celular.

HSIAO & ACEVEDO (1974) concluíram que em plantas desidratadas, o processo fisiológico mais sensível era o alongamento celular.

TURNER (1979) propôs que a manutenção da elasticidade da parede celular e a redução do tamanho das células tendiam a aumentar a tolerância à deficiência de água.

2.1.3 - Comportamento estomático

SANCHEZ-DIAS & KRAMER (1971) trabalhando com milho e sorgo, demonstraram que essas culturas, em condições de deficiência hídrica, apresentavam reações diferentes com respeito ao fechamento dos estômatos. No milho, o fechamento dos estômatos ocorria bem antes do sorgo, embora a perda relativa de água fosse maior no primeiro. Sob condições normais de umidade, a resistência estomática era menor em milho do que em sorgo. Os autores observaram, também, que em ambas as espécies a reabertura dos estômatos iniciava logo após a reidratação das plantas, e por volta do segundo dia atingia valores bem próximos daqueles encontrados em plantas-controle.

2.2 - Efeito da Deficiência Hídrica no Comportamento, Crescimento e Produção das Plantas Cultivadas

2.2.1 - Susceptibilidade à deficiência e estágios críticos

FOURRIER & PREVOT (1958) estudando o efeito da deficiência hídrica aplicada entre 35 e 85 dias, 60 e 85 dias e 85 e 110 dias do ciclo da cultura do amendoim, através do controle artificial da chuva, encontraram um efeito depressivo da deficiência hídrica na produção da matéria seca to

tal e da vagem, principalmente quando o estresse foi aplicado na primeira fase.

BILLAZ & OCHS (1961) observaram que a deficiência hídrica em amendoim, aplicada no período de 50 a 80 dias após o plantio, reduzia drasticamente a floração e formação dos frutos e também reduzia a produção final a níveis baixos, quando comparada à deficiência aplicada em qualquer outro estágio.

WHITEMAN & WILSON (1965), citados por SLATYER (1969) trabalhando com a cultura do sorgo sob condições severas de estresse hídrico durante uma semana, a partir do início do florescimento da cultura, observaram que o aparecimento da inflorescência foi retardado em dez dias, não sendo constatadas reduções na produção.

SLATYER (1969) discutiu uma série de trabalhos relativos ao efeito da deficiência hídrica no início da diferenciação floral. Em fumo, a deficiência hídrica aplicada na fase vegetativa adia o aparecimento dos primórdios florais, havendo inclusive, um aumento no crescimento vegetativo (número de nós) antes da planta atingir a fase de floração. Em cereais, entretanto, não houve indícios de mudanças significativas com relação ao número de primórdios vegetativos produzidos antes da iniciação floral.

HILER *et alii* (1972) estudando o efeito da deficiência hídrica em ervilha, em três níveis de potencial hídrico (-14 bar, -21 bar e -28 bar), constataram que o período de floração foi o mais sensível. O nível de potencial de água correspondente a -28 bar causou redução na produção em mais de 50% em todos os estádios.

HSIAO (1973) revendo a literatura sobre o efeito da deficiência hídrica nas plantas, sob o ponto de vista da produtividade, identificou três estágios mais ou menos definidos: estágio de iniciação floral; estágio da antese e fertilização; e estágio de preenchimento de grãos. Segundo o autor, em geral as plantas eram mais sensíveis ao estresse hídrico nas fases da antese e de fertilização e preenchimento dos grãos. Em particular, as culturas anuais, de cresci

mento determinado, eram muito sensíveis à deficiência hídrica na fase de floração.

De acordo com FISCHER & TURNER (1978) a fenologia das plantas anuais contribui para que a floração e frutificação ocorram normalmente durante o período em que a água está disponível. Nas plantas perenes, no entanto, a floração e frutificação ocorrem em épocas de reduzida disponibilidade hídrica, quando as condições não são mais favoráveis para a produção de carboidratos através da fotossíntese. Nestas plantas, eventos mais importantes como produção e queda de folhas, parecem ser controladas pelo suprimento de água à planta.

PALLAS *et alii* (1979) e REICHARDT (1987) referindo-se à sensibilidade da cultura do amendoim submetida à deficiência hídrica, afirmaram que a deficiência aplicada na época da floração causava efeitos adversos como: retardamento no início da floração, redução no ritmo de floração, crescimento, formação dos frutos e potencial produtivo.

2.2.2 - Crescimento e produção

Trabalhando com feijão caupi, HILER *et alii* (1972) determinaram o potencial hídrico no solo e na planta em três fases do ciclo fenológico, procurando estabelecer a relação entre os parâmetros medidos e o crescimento e produção das plantas. Os autores constataram ampla variação do desenvolvimento e rendimento da cultura em função da deficiência de água, avaliada através dos parâmetros considerados. Os dados evidenciaram que a taxa de crescimento foi progressivamente reduzida com o aumento da escassez de água na fase inicial, não tendo sido constatado, entretanto, nenhum efeito quando a restrição da água foi imposta na fase de desenvolvimento das vagens.

CLARK & HILER (1973) trabalhando com feijão caupi, observaram que tanto a matéria seca como o número de vagens

foram sensivelmente influenciados pela deficiência de água. A diferença de produção de matéria seca entre as plantas controle e aquelas submetidas à deficiência hídrica foi da ordem de 42%.

DOSS et alii (1974) encontraram que a soja era mais sensível à deficiência, quando esta era imposta na fase de enchimento de grãos. Eles afirmaram que as melhores respostas desta cultura a irrigação foram obtidas quando efetuada no final da floração. Estes resultados foram confirmados no Brasil por BERLATO & BERGAMASCHI (1979) citados por ESPINOSA (1982b).

GODOY et alii (1978) estudando o efeito da irrigação no rendimento da cultura do amendoim, concluíram que a maior produtividade obtida no tratamento irrigado deveu-se exclusivamente ao maior número de plantas/ha, comparado à cultura de sequeiro, embora neste sistema a produtividade por planta tenha sido superior.

De acordo com TURK & HALL (1980) a insuficiência de água no solo na fase vegetativa do feijão caupi resultava em substancial redução no índice de área foliar, havendo no entanto, rápida recuperação deste índice em resposta ao restabelecimento das condições ótimas de umidade. Suas pesquisas não evidenciaram correlação entre a área foliar existente no final do período vegetativo e produção de grãos.

MACHADO & ALVIM (1981) observaram em cacau, ausência de renovação das folhas no tratamento seco em casa-de-vegetação, onde as plantas eram plantadas em vasos. Os autores constataram, entretanto, uma intensa renovação de folhas, fora de época, nas plantas previamente submetidas à deficiência hídrica em casa-de-vegetação, uma semana após o remolhamento das plantas. Nas condições de campo no entanto ocorreram, renovação normal das folhas quando a umidade disponível era reduzida (próximo ao ponto de murcha permanente) nos primeiros 30cm do solo.

TÁVORA et alii (1985) estudaram o comportamento de oito cultivares de amendoim, submetidas a diferentes níveis de disponibilidade de água. Os autores encontraram que os

níveis de produtividade apresentaram uma tendência generalizada de redução com o aumento da deficiência hídrica.

2.2.3 - Sistema radicular

Em geral, a profundidade do enraizamento diminui com o aumento da umidade do solo. Em condições de escassez de umidade, as raízes tendem a se aprofundar, tornando-se mais finas e longas. Ao contrário, irrigações frequentes podem conduzir a um desenvolvimento superficial das raízes (KRAMER, 1963).

Os estudos da distribuição do sistema radicular em diferentes espécies, são considerados como fundamentais no fornecimento de subsídios para práticas de adubação, tratos culturais e irrigação. Além disso, a distribuição do sistema radicular é considerado como um dos caracteres que podem conferir adaptação das plantas à seca (HURD, 1968).

ORGIAS (1951) e CASABIANCA (1965) citados por GILLIER & SILVESTRE (1970) estudando a distribuição das raízes do amendoim no solo, em condições de sequeiro e de irrigação, respectivamente, obtiveram resultados semelhantes quanto a distribuição das raízes por camada de solo. Os autores observaram que a maior porcentagem em peso encontrava-se nos primeiros 20cm, correspondendo a 41,5% e 47%, respectivamente, do peso total do sistema radicular.

FERREIRA et alii (1979) encontraram uma maior relação parte aérea/raiz em plantas de algodão, submetidas à deficiência hídrica. Os autores concluíram que a relação parte aérea/raiz foi menor para a cultivar mais resistente à seca.

ESPINOSA (1982a), estudando a resposta de doze cultivares de soja à deficiência hídrica, verificou que em todas elas, 75 a 80% do sistema radicular estavam limitados aos primeiros 20cm do solo. As cultivares resistentes à seca, apresentaram, entretanto, uma maior densidade radicular nas primeiras camadas do solo.

Estudos realizados por STONE et alii (1984) com arroz e SILVA (1986) com amendoim, submetidos a diferentes níveis de disponibilidade hídrica, verificaram que nos tratamentos onde a água foi suprimida às plantas, a relação raiz/parte aérea foi aumentada, revelando uma adaptação das plantas à deficiência hídrica.

Com a finalidade de estudar a distribuição do sistema radicular em cultivares de arroz de sequeiro (*Oryza sativa* L.), OKUYAMA & COLASANTE (1987) conduziram dois experimentos, sendo um em condições de campo e outro em tubos de PVC. Em condições de campo, os autores não encontraram indícios de diferenças entre as cultivares em relação a distribuição da matéria seca das raízes nas diferentes camadas de solo, assim como no peso total de matéria seca de raízes e parte aérea. No experimento conduzido em tubos de PVC os dados não foram suficientes para diferenciar materiais com maior capacidade de crescimento de raízes em profundidade, pois, segundo os autores a utilização de tubos de PVC com 10cm de diâmetro e 100cm de comprimento foi inadequado para o estudo do comprimento máximo das raízes.

2.3 - Mecanismos e Possibilidades de Aumento da Adaptação à Seca

Vários pesquisadores têm procurado entender ao longo dos anos, as causas ou mecanismos que tornam as plantas mais adaptadas à seca. Uma aplicação prática desses estudos seria o aumento da adaptação à seca através do melhoramento vegetal.

Experimentos realizados por SALIM et alii (1965), envolvendo diferentes espécies e variedades, sob várias condições de umidade do solo, mostraram que as espécies e as variedades mais adaptadas à seca, apresentavam raízes mais longas e volumosas.

HURD (1971) apresentou resultados que deram suporte à possibilidade de êxito na obtenção de plantas de trigo mais adaptadas à seca através do melhoramento genético, explorando diferentes características agronômicas e fisiológicas.

GAUTREAU (1977) pesquisando no Senegal sobre níveis de potencial hídrico foliar na adaptação do amendoim à seca, concluiu que as melhores cultivares adaptadas foram aquelas que possuíam um baixo potencial hídrico foliar associado a uma transpiração relativamente elevada.

FISCHER & TURNER (1978) consideraram que uma das características observadas nas plantas resistentes à seca, era uma grande proporção de massa total concentrada no sistema radicular. Para TURNER (1979) esse aumento em massa radicular podia significar raízes profundas ou alta densidade do sistema radicular. O autor considerou três mecanismos de resistência à seca: fuga à seca, tolerância à seca em altos níveis de potencial hídrico e tolerância à seca em baixos níveis de potencial hídrico. As plantas que completavam seu ciclo vital antes que seus tecidos atingissem uma deficiência hídrica capaz de interferir no desenvolvimento normal, eram enquadradas dentro do mecanismo considerando fuga à seca. As espécies que possuíam habilidade de retardar a perda da água ou de aumentar sua absorção de modo que conservassem em seus tecidos um alto estatus hídrico, mesmo quando as condições ambientais fossem desfavoráveis, estariam incluídas no grupo de tolerância à seca em altos níveis de potencial hídrico. No mecanismo de tolerância à seca em baixos níveis de potencial hídrico era fundamental distinguir duas ordens de mecanismos: (a) os que eram responsáveis pela adaptabilidade dos tecidos vegetais a baixos potenciais hídricos sem grandes prejuízos para os processos necessários ao crescimento, desenvolvimento e produção; (b) aqueles que permitiam ao protoplasma celular sobreviver à desidratação, conseguindo as plantas recuperação da deficiência hídrica após colocadas em ambientes favoráveis.

Estudos realizados por ROBERTSON et alii (1980) indicaram que o aprofundamento das raízes do amendoim podia constituir um mecanismo importante para evitar a seca.

SOUZA et alii (1980), baseado em trabalhos desenvolvidos com a cultura do algodão, afirmaram que a deficiência de água geralmente promovia modificações fisiológicas e alterações nas estruturas do protoplasma. Todavia, estas modificações não apareciam igualmente em todas as cultivares. Os autores identificaram tipos que apresentavam maior aptidão para suportar a seca, mantendo sem alterações marcantes sua estrutura protoplasmática.

JAIN & MISRA (1965), citados por TÁVORA (1982b), desenvolveram variedades de mamona adaptadas a zonas semi-áridas da Índia. O trabalho dos autores baseou-se na capacidade da planta privilegiar o crescimento do sistema radicular.

Resultados obtidos por SOUZA et alii (1983) estudando a velocidade de crescimento do sistema radicular como parâmetro de resistência à seca, no algodoeiro, sugeriram a possibilidade de selecionar em uma população, plantas com maior capacidade de suportar a estiagem por apresentar maior velocidade de crescimento do sistema radicular.

PANDEY et alii (1984a) estudando o efeito da deficiência hídrica em condições de campo, nas culturas do amendoim, caupi, feijão mungo e soja, constataram que todas as culturas sofreram redução na produção de sementes em resposta à deficiência hídrica, porém, a redução foi maior no feijão mungo, seguido da soja e caupi, sendo o amendoim a cultura menos afetada. Dando seguimento ao estudo, PANDEY et alii (1984b) observaram que o amendoim e o caupi apresentaram sistema radicular mais denso entre 40 e 80cm de profundidade do solo quando comparados com as culturas do feijão mungo e da soja. Os autores sugeriram que esse, talvez, constitua o mais importante mecanismo de adaptação para a tolerância à seca apresentado pelas culturas do amendoim e caupi.

TÁVORA et alii (1985) submeteram oito cultivares de

amendoim a diferentes níveis de disponibilidade hídrica, utilizando sistema de aspersão em linha. Os resultados revelaram a existência de cultivares que apresentaram, relativamente, uma pequena redução em seu potencial produtivo com a imposição da deficiência hídrica. Os autores consideraram que o sistema de aspersão em linha utilizado no estudo, revelou-se de grande utilidade na seleção de cultivares de amendoim com o objetivo de aumentar a capacidade de resistência à seca.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho constou de dois ensaios (Ensaio I e II), conduzidos em casa-de-vegetação, no período de novembro a janeiro de 1985/86 e 1986/87, envolvendo o estudo de vinte cultivares de amendoim, submetidas a condições ótimas de umidade e de deficiência hídrica. Os ensaios foram realizados no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (Campus do Pici), localizado no município de Fortaleza, Ceará, Brasil.

Cada parcela era constituída de um vaso de PVC (com 0,15m de diâmetro e 1,00m de profundidade), contendo uma mistura de 30% de areia grossa, 50% de areia fina e 20% de barro. Após o solo ser esterilizado em estufa a 100°C, por um período de 24 horas, foi adicionado NPK de acordo com a fórmula 15 - 50 - 30, tendo como fonte de Nitrogênio, Fósforo e Potássio respectivamente, Uréia (33% de N), Superfosfato triplo (45% de P_2O_5) e Cloreto de Potássio (59% de K_2O). A TABELA 1 mostra as análises química e granulométrica do substrato utilizado nos ensaios.

Quatro sementes foram semeadas por vaso e no décimo quinto dia foi efetuado o desbaste, deixando-se uma planta.

As cultivares foram submetidas a dois tratamentos, a saber:

(a) Plantas mantidas em solo próximo a capacidade de campo, através de irrigações diárias (controle); e

(b) plantas submetidas à deficiência hídrica a partir do décimo primeiro dia após o plantio (estressadas).

As cultivares estudadas nos dois ensaios pertenciam aos grupos: "VIRGÍNIA" (R 33-1 e GNML); "VALÊNCIA" (Cariri Vermelho, Tatu, CE 69-11, SD-HP, V-4, A-2, B-9, 1066, 1029) e "SPANISH" (Geórgia, PI 268-689, Dixie Spanish, IAL-18, PI 165-317, Tatuí, JH-113, Spanish Improved, 55.437).

O delineamento estatístico utilizado foi em blocos completos casualizados, num arranjo fatorial de 2 x 10 com

TABELA 1 - Análise química e granulométrica do substrato ⁽¹⁾ utilizado nos Ensaio I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil.

Análise Química								
Ensaio	pH H ₂ O	Al m.e./100cc	Ca m.e./100cc	Mg m.e./100cc	K ppm	P ppm	M.O. %	N Total
I	5,8	0,00	0,20	0,30	0,07	0,23	0,16	0,01
II	6,3	0,00	0,80	0,20	0,06	1,07	0,29	0,01

Análise Granulométrica					
Ensaio	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Classificação Textual
I	59,50	25,55	8,95	6,00	Areia
II	63,35	29,60	1,89	5,16	Areia

(1) Análise realizada no Laboratório de Solos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

três repetições, perfazendo um total de 60 parcelas. Os dados relativos a área foliar, matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz, relação raiz/parte aérea, volume e comprimento das raízes, foram analisados estatisticamente sem sofrerem transformações. Os valores correspondentes ao número médio de flores por planta, número de ramos laterais por planta e número de folhas por planta foram transformados para \sqrt{x} , segundo GOMES (1970).

Para a determinação do potencial hídrico (ψ_w) do solo, foram instalados seis tensiômetros a 45cm de profundidade distribuídos dois a dois nas repetições e respectivos tratamentos (controle e estressado). A irrigação complementar nos tratamentos estressados ocorreu aos 45 dias após a semeadura quando a coluna de mercúrio nos tensiômetros atingiu 45cm, correspondendo a uma tensão de 0,05MPa.

A partir do início da floração, foram realizadas contagens diárias, às 7:00 horas, do número de flores produzidas por planta.

O potencial hídrico das plantas foi determinado entre 8:00 e 9:00 horas por ocasião da colheita (72 dias após o plantio) utilizando-se a terceira folha a partir do ápice da planta, através de uma bomba de pressão (PMS - Instrument Company, Corvallis - Oregon, EE.UU), construída por SCHOLANDER *et alii* (1965). Para o procedimento da leitura do potencial hídrico introduzia-se a folha na câmara de pressão, de modo que uma parte do pecíolo permanecesse fora da mesma, a fim de se observar, com o auxílio de uma lente de aumento, a aparição no xilema, da seiva mineral. Com a câmara hermeticamente fechada, a pressão era então aumentada através da abertura de uma válvula ligada a um tubo de Nitrogênio. A seguir, com o aparecimento da primeira gota que saía do xilema, a válvula era então fechada procedendo-se a leitura no manômetro que correspondia ao potencial hídrico.

A área foliar foi determinada por ocasião da colheita aos 72 dias do plantio, através do método da quadrícula, descrito por TÁVORA *et alii* (1982a). Referido método consiste na utilização de uma moldura de vidro transparente, mar

cada com quadrículas de 2cm de lado. A moldura era disposta sobre as folhas colocadas uma ao lado da outra sobre uma superfície plana. Em seguida contou-se o número de vértices das quadrículas que se superpõem à área foliar disposta sob a moldura. A área foi determinada, multiplicando-se o número de área superposta à área foliar, por 4cm, área unitária de cada quadrícula.

Após a secagem em estufa, por 24 horas, foi determinado o peso da matéria seca da parte aérea.

Para determinação do volume, comprimento e matéria seca, o solo contendo o sistema radicular foi seccionado em estratos de 20cm. As raízes dos estratos foram separadas cuidadosamente do solo, passando por uma peneira de malha quatro, fio vinte. Após esta operação, o volume do sistema radicular foi medido pela variação no volume de água em uma proveta, ao nela se fazer a imersão da raiz.

O comprimento total das raízes foi medido pelo método descrito por TENNAT (1965), que consiste em se distribuir as raízes úmidas sobre uma folha de papel quadriculado (1cm de lado), protegida por uma placa de vidro, fazendo-se a contagem das intersecções das raízes com as linhas horizontais e verticais e convertendo-se para unidade de comprimento da raiz em cm ($R = N \times F$, onde R: comprimento total das raízes, N: número de intersecção e F: fator de correção ($F = 0,7857$ para 1cm de lado do papel quadriculado)).

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Potencial Hídrico Foliar

Os resultados do potencial hídrico apresentados na TABELA 2, referentes aos Ensaios I e II, mostram que a deficiência hídrica provocou uma redução no estatus de água das plantas.

No Ensaio I, o potencial hídrico foliar no tratamento úmido apresentou pequenas alterações entre as cultivares, variando de -0,11 a -0,05 MPa, sendo que o valor mais baixo foi observado na cultivar Tatu. No tratamento estressado foram observadas alterações marcantes, variando o potencial hídrico de -3,36 a -0,20 MPa. As cultivares Dixie Spanish e Tatuí se destacaram por manter, apesar do estresse hídrico imposto, elevados valores de potencial hídrico.

No Ensaio II, no tratamento úmido, as cultivares apresentaram valores de potencial hídrico inferiores aqueles obtidos no Ensaio I. No tratamento seco, embora o valor médio deste parâmetro não tenha sido alterado nos dois ensaios constatou-se uma menor variabilidade entre as cultivares estudadas no segundo ensaio.

4.2 - Número Total e Produção Semanal de Flores

As cultivares estudadas nos dois ensaios apresentaram diferentes capacidades de produção de flores por planta (TABELAS 3 e 4). As cultivares R 33-1 e GNML, ambas pertencentes ao grupo Virgínia, apresentaram os maiores valores de produção de flores/planta. A imposição da deficiência hídrica determinou uma significativa redução na produção de flores nos dois ensaios (Tabelas 3 e 4).

TABELA 2 - Potencial hídrico foliar (MPa) de cultivares de amendoim submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil.

Cultivar	Regime Hídrico	
	Úmido	Seco
	Ensaio I	
R 33-1	-0,05	-1,61
IAL-18	-0,05	-3,26
Dixie Spanish	-0,06	-0,20
Geórgia	-0,05	-1,08
PI 165-317	-0,05	-0,61
CE 69-11	-0,05	-3,36
PI 268-689	-0,05	-1,11
Tatuí	-0,05	-0,53
55.437	-0,06	-0,66
Tatu	-0,11	-0,58
MÉDIA	-0,06	-1,30
DESVIO PADRÃO	0,02	1,27
	Ensaio II	
GNML	-0,20	-2,10
Spanish Improved	-0,21	-1,23
JH-113	-0,15	-1,33
B-9	-0,16	-0,93
1066	-0,13	-1,10
Cariri Vermelho	-0,16	-1,10
SD-HP	-0,08	-1,03
A-2	-0,28	-1,16
V-4	-0,21	-1,20
1029	-0,18	-1,00
MÉDIA	-0,18	-1,22
DESVIO PADRÃO	0,05	0,33

TABELA 3 - Análise de variância e coeficiente de variação do número de flores, número de ramos laterais e número de folhas de cultivares de amendoim, submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaios I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil.

Causas de Variação	G.L.	Quadrado Médio					
		(1) Número de Flores		(1) Número de Ramos Laterais		(1) Número de Folhas	
		Ensaio I	Ensaio II	Ensaio I	Ensaio II	Ensaio I	Ensaio II
Bloco	2	1,38	3,96	0,02	0,17	0,14	3,47
Cultivar	9	3,33**	10,36**	1,65**	2,86**	7,43**	14,27**
Regime hídrico	1	18,88**	26,88**	1,20**	2,15**	79,32**	91,67**
Cultivar x R. hídrico	9	0,32 ^{ns}	2,24**	0,13 ^{ns}	0,57**	0,72 ^{ns}	3,14**
Resíduo	38	0,77	0,45	0,08	0,06	0,38	0,44
CV		12,91%	9,86%	13,18%	10,63%	8,22%	7,53%

(1) - Dados transformados para \sqrt{x} .

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

ns - Não significativo.

TABELA 4 - Número de flores/planta de cultivares de amen
doim submetidas a dois regimes hídricos (úmido e
seco). Ensaios I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil.

Cultivar	Regime Hídrico			Média
	Úmido (1)	Seco (2)	% de (2)/(1)	
Ensaio I				
R 33-1	80,0	60,6	75,7	70,3a
IAL-18	63,6	45,0	70,7	54,3a
Dixie Spanish	56,0	45,6	81,4	50,8ab
Geórgia	59,3	38,6	65,0	48,9ab
PI 165-317	55,3	36,3	65,6	45,8ab
CE 69-11	52,3	42,0	80,3	47,1ab
PI 268-689	50,0	35,0	70,0	42,5 b
Tatuí	40,3	37,3	92,5	38,8 b
55,437	46,0	28,6	62,1	37,3 b
Tatu	37,6	27,6	73,4	32,6 b
MÉDIA	54,0A	39,7 B	73,0	46,9
Ensaio II				
GMNL	135,6a	55,3a	40,7	95,4
Spanish Improved	71,0 b	40,0ab	56,3	55,5
JH-113	55,6 b	50,6a	91,0	53,1
B-9	63,0 b	37,3ab	59,2	50,1
1066	56,6 b	41,0ab	72,4	48,8
Cariri Vermelho	49,3 b	44,0ab	89,2	46,6
SD-HP	47,6 b	43,3ab	90,0	45,4
A-2	52,6 bc	34,0ab	64,6	43,3
V-4	30,6 cd	26,3 bc	85,9	23,1
1029	25,3 d	15,3 c	60,4	20,3
MÉDIA	58,7A	38,7 B	64,0	48,1

Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna ou pela mesma letra maiúscula em cada linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

No Ensaio I a perda média foi de 27% enquanto no Ensaio II a média de perda das cultivares foi de 36%. Apesar da análise de variância ter revelado significância estatística para interação apenas no Ensaio II constatou-se que as cultivares apresentaram nos dois ensaios diferentes níveis de redução na floração quando submetidas à deficiência hídrica. As cultivares Tatuí e JH-113 foram as menos prejudicadas com reduções de 7,5% e 9,0% respectivamente, enquanto as cultivares 55.437 e GNML apresentaram perdas bem maiores de 37,9% e 59,3% respectivamente. SILVA (1986) também encontrou que a deficiência hídrica na fase de crescimento de três cultivares de amendoim (R 33-1, 55.437 e Tatu) reduziu significativamente o número de flores por planta. BILLAZ & OCHS (1961) obtiveram resultados semelhantes quanto à redução do número de flores quando estudaram a deficiência hídrica na cultura do amendoim. Considera-se, ainda, a compatibilização dos resultados obtidos no presente trabalho com as citações feitas por REICHARDT (1987) quanto à sensibilidade na redução da produção de flores na cultura de amendoim, quando submetida à deficiência hídrica.

O estudo da distribuição de flores ao longo do período de floração indicou que o processo foi iniciado em todas as cultivares, independente do regime hídrico, na quarta semana após o plantio. Constatou-se que, na grande maioria das cultivares, o pico de floração ocorreu na segunda semana a partir do início desse processo (FIGURAS 1, 2, 3, 4, 5 e 6). Constituíram exceção a esta regra a cultivar 1029 que apresentou um pico de floração logo na primeira semana, e as cultivares R 33-1 e GNML que apresentaram, em condições normais de umidade, um pico de floração na quarta e sexta semana, respectivamente. A deficiência hídrica determinou uma antecipação do pico de floração da sexta para a quarta semana na cultivar GNML e da segunda para a primeira nas cultivares Tatu, Dixie Spanish e IAL-18. Contrariamente, a cultivar A-2 apresentou um adiantamento no pico de floração não bem pronunciado da segunda para a terceira semana. Nas demais cultivares não foram identificados efeitos expressivos do regime hídrico nas curvas de floração.

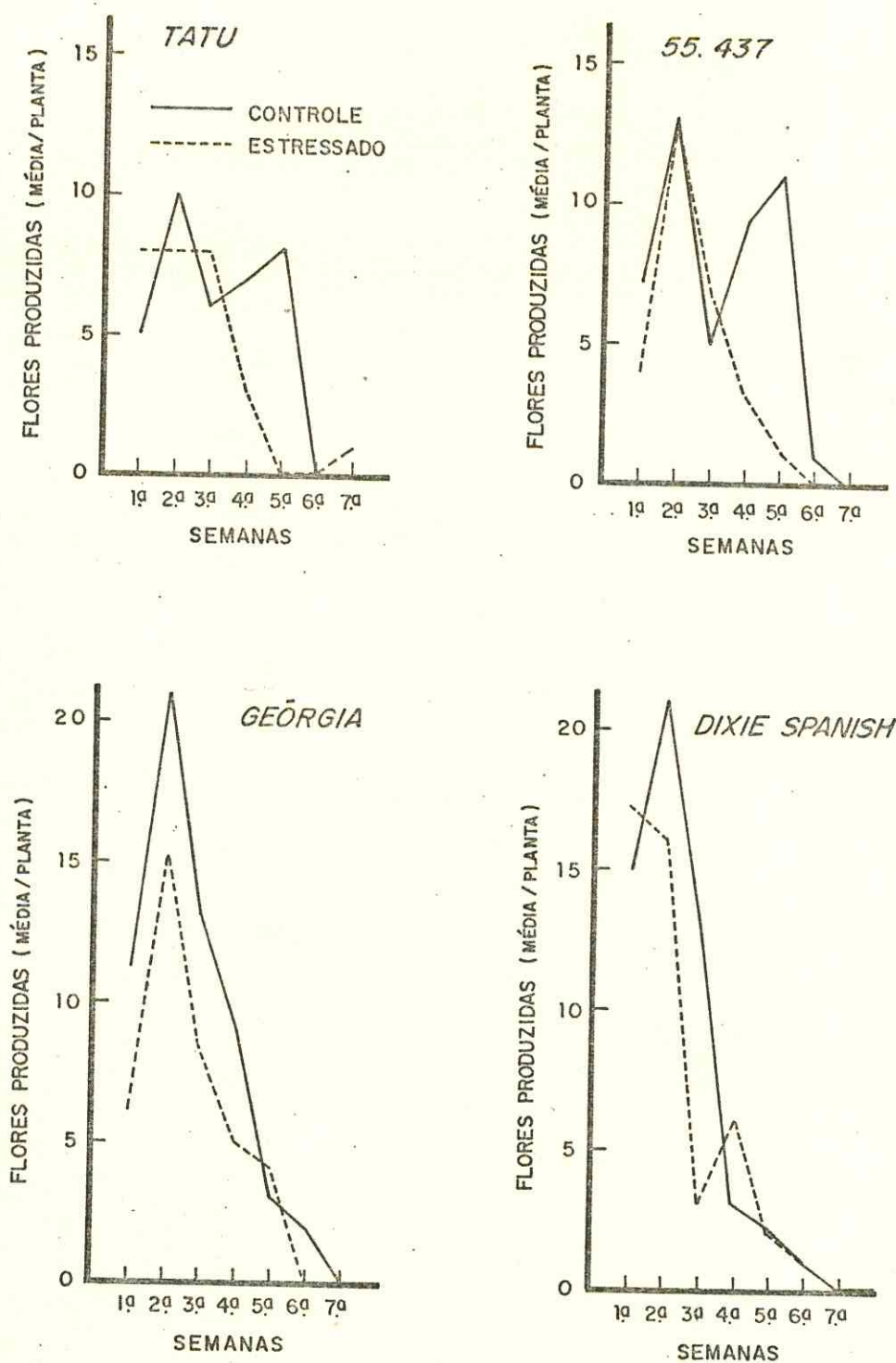


FIGURA 1 - Produção de flores por planta das cultivares Tatu, 55.437, Geórgia e Dixie Spanish submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio I. Fortaleza, Ceará, Brasil.

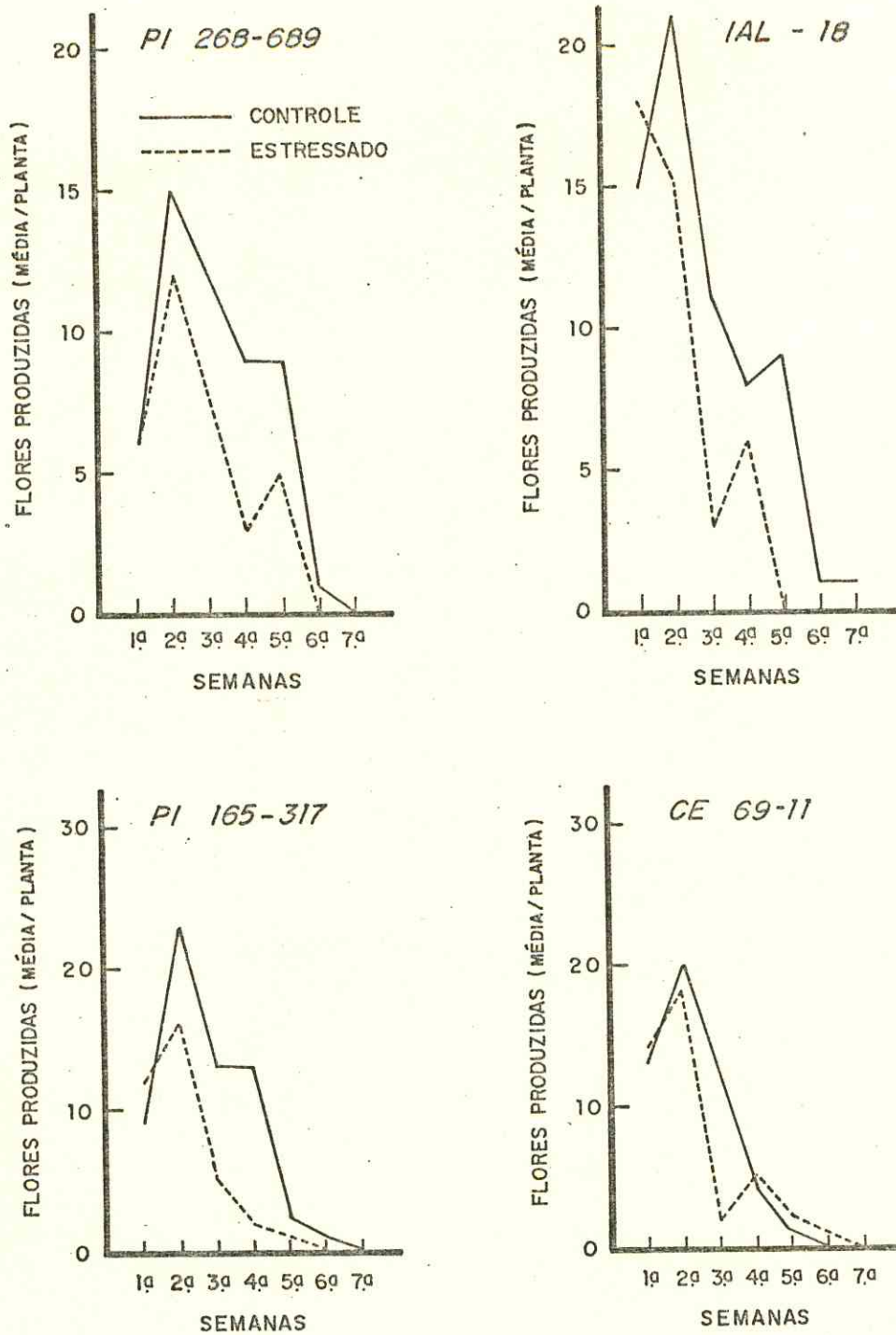


FIGURA 2 - Produção de flores por planta das cultivares PI 268-689, IAL-18, PI 165-317 e CE 69-11 submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio I. Fortaleza, Ceará, Brasil.

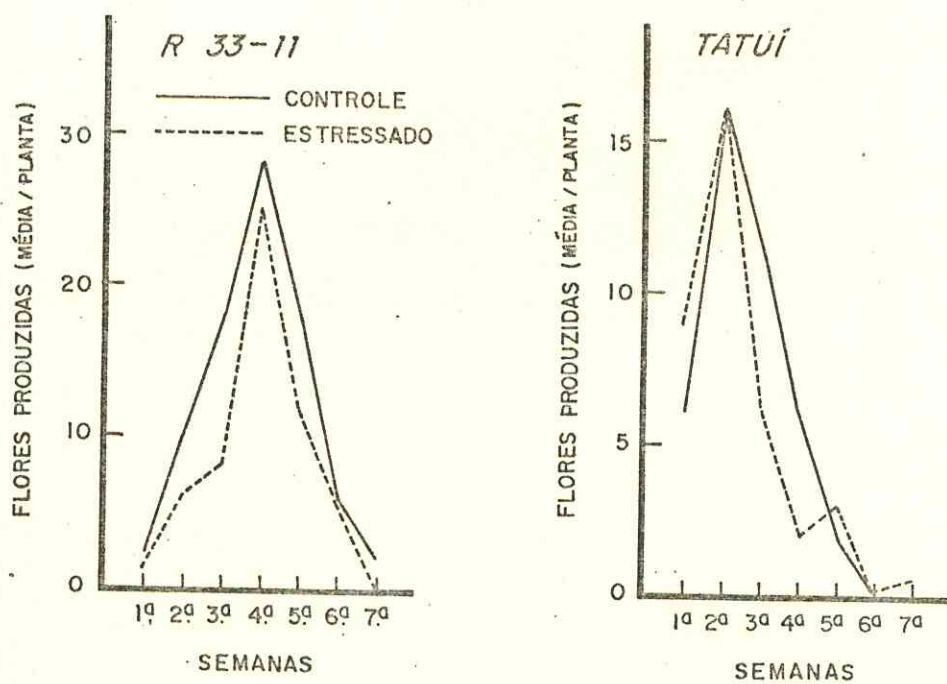


FIGURA 3 - Produção de flores por planta das cultivares R 33-11 e Tatuí submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio I. Fortaleza, Ceará, Brasil.

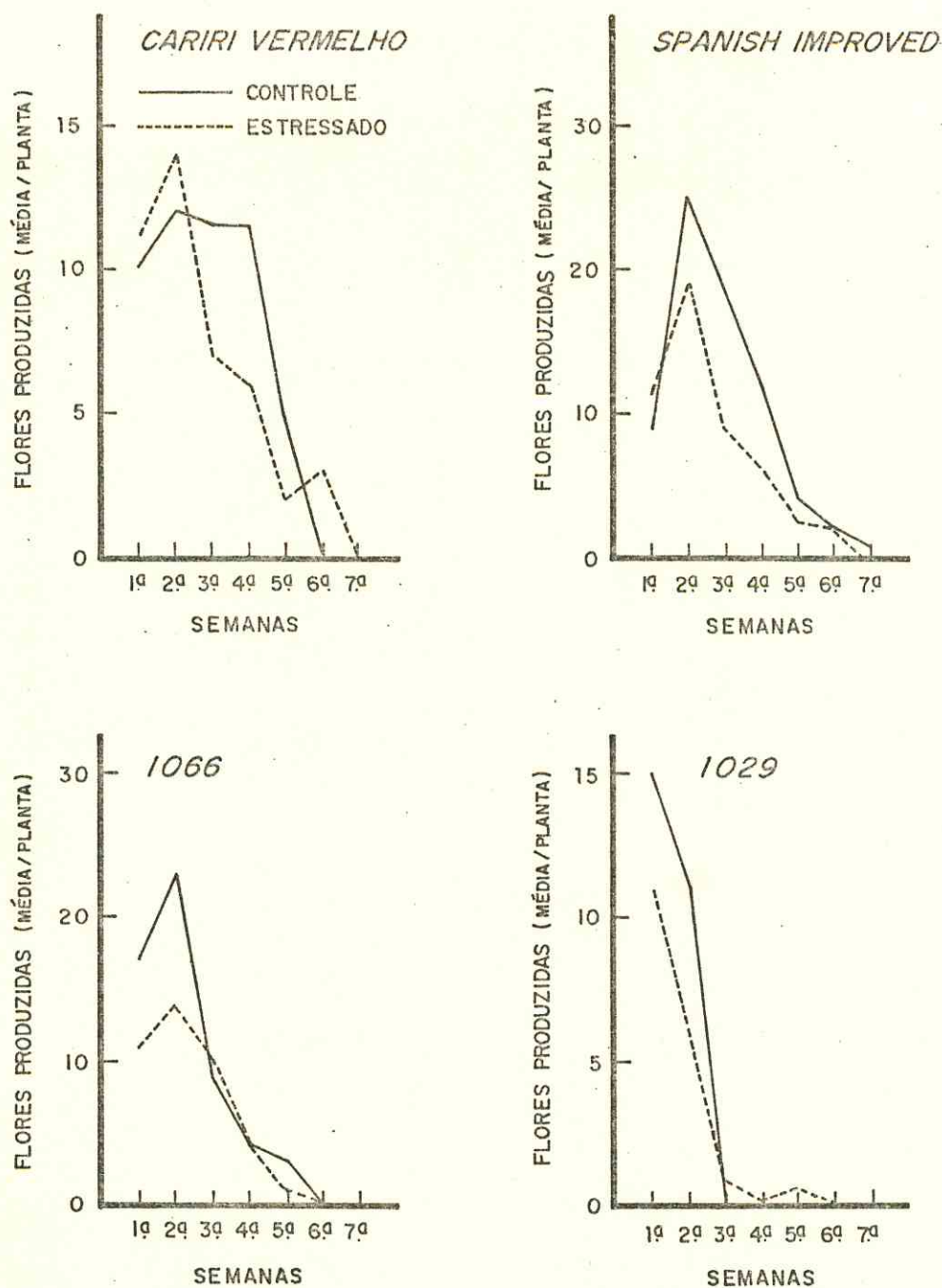


FIGURA 4 - Produção de flores por planta das cultivares Ca riri Vermelho, Spanish Improved, 1066 e 1029 sub metidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio II. Fortaleza, Ceará, Brasil.

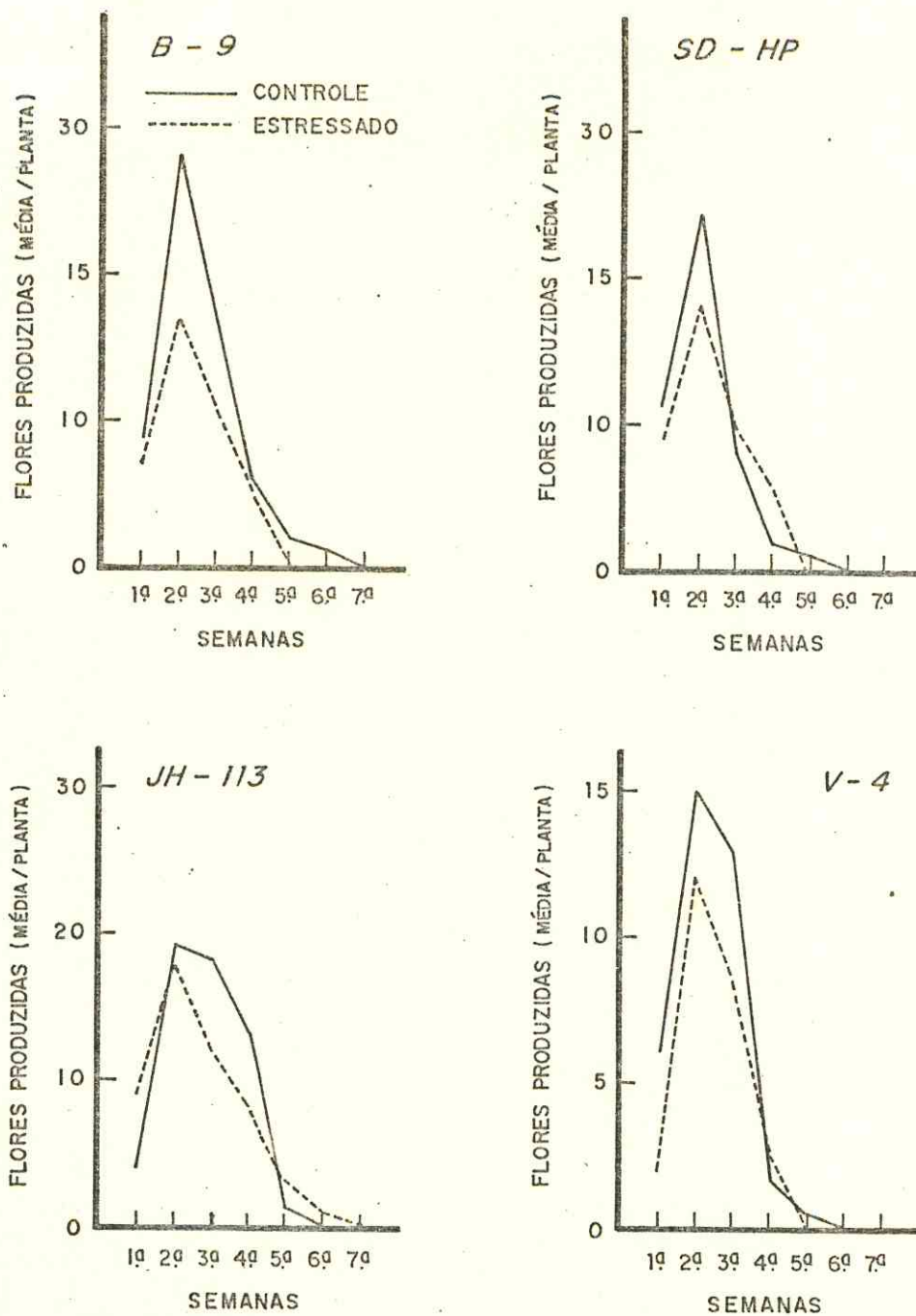


FIGURA 5 - Produção de flores por planta das cultivares B-9, SD-HP, JH-113 e V-4 submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio II. Fortaleza, Ceará, Brasil.

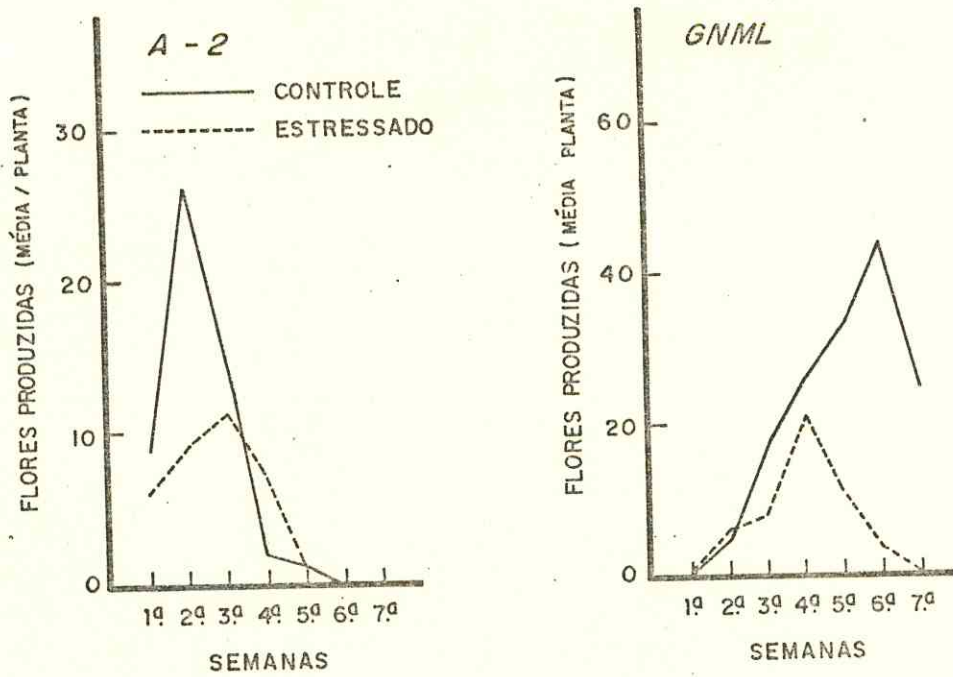


FIGURA 6 - Produção de flores por planta das cultivares A-2 e GNML submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio II. Fortaleza, Ceará, Brasil.

4.3 - Número de Ramos Laterais

As cultivares R 33-1 e GNML, pertencentes ao grupo Virgínia, apresentaram os maiores valores de produção de ramos laterais/planta. A imposição da deficiência hídrica de terminou uma significativa redução na produção de ramos laterais nos dois ensaios (TABELAS 3 e 5). No Ensaio I a perda média foi de 25%, enquanto no Ensaio II a média de perda das cultivares foi de 35,6%. Apesar da análise de variância ter revelado significância estatística para interação apenas no Ensaio II, constatou-se que as cultivares apresentaram, nos dois ensaios, diferentes níveis de reduções nas produções dos ramos laterais quando submetidas à deficiência hídrica. A capacidade de produção de ramos laterais das cultivares Dixie Spanish, Tatuí e 1029 não foi afetada pela deficiência hídrica. Por apresentarem ramificação sequencial, essas cultivares normalmente têm um número reduzido de ramos laterais vegetativos. Ao contrário, as duas cultivares pertencentes ao grupo de plantas com ramificação alternada, R 33-1 e GNML, que apresentaram uma elevada capacidade de produção de ramos laterais, foram as mais prejudicadas com a deficiência hídrica. O número de ramos produzidos nessas cultivares sofreu perdas de 41,2% e 62,2% respectivamente com a imposição da deficiência hídrica.

Os resultados mostraram que a deficiência hídrica reduziu de forma mais drástica o crescimento vegetativo das cultivares de ramificação alternada, medido pela capacidade da planta emitir ramos laterais. O efeito nas cultivares de ramificação sequencial foi menos pronunciado ou inexistente.

Não foram encontradas referências relativas à imposição da deficiência hídrica sobre este parâmetro na literatura consultada.

TABELA 5 - Número de ramos laterais/planta de cultivares de amendoim submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil.

Cultivar	Regime Hídrico			Média
	Úmido (1)	Seco (2)	% de (2)/(1)	
Ensaio I				
R 33-1	17,0	10,0	58,8	13,5a
IAL-18	4,0	3,6	90,0	3,8 b
Dixie Spanish	4,0	4,0	100,0	4,0 b
Geórgia	4,6	4,0	86,9	4,3 b
PI 165-317	4,3	3,3	76,7	3,8 b
CE 69-11	4,3	3,6	83,7	3,9 b
PI 268-689	5,3	3,3	62,3	4,3 b
Tatuí	3,3	3,3	100,0	3,3 b
55.437	4,0	3,3	82,5	3,6 b
Tatu	5,6	3,6	64,3	4,6 b
MÉDIA	5,6A	4,2 B	75,0	4,9
Ensaio II				
GNML	28,0a	10,6a	37,8	19,3
Spanish Improved	4,3 b	3,3 b	76,7	3,8
JH-113	4,3 b	4,0 b	93,0	4,1
B-9	7,0 b	4,3 b	61,4	5,6
1066	6,6 b	4,0 b	60,6	5,3
Cariri Vermelho	5,3 b	5,0 b	94,3	5,1
SD-HP	4,6 b	4,0 b	86,9	4,3
A-2	4,6 b	4,0 b	86,9	4,3
V-4	4,3 b	4,0 b	93,0	4,1
1029	4,0 b	4,0 b	100,0	4,0
MÉDIA	7,3A	4,7 B	64,4	6,0

Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna ou pela mesma letra maiúscula em cada linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.4 - Número de Folhas e Área Foliar

As cultivares de ramificação alternada, R 33-1 e GNML, apresentaram, independente do regime hídrico, valores mais elevados para número de folhas/planta em ambos os ensaios (TABELAS 3 e 6). A deficiência hídrica, no entanto terminou redução significativa para esse parâmetro nos dois ensaios, embora as perdas não tenham sido iguais para todas as cultivares. As cultivares Tatuí e Cariri Vermelho foram as menos prejudicadas com reduções de 23,5% e 24,9% respectivamente, enquanto as cultivares PI 268-689 e GNML apresentaram perdas bem maiores, com valores de 57,7% e 60,4%, respectivamente.

A variação do número de folhas nos diversos tratamentos acompanhou as alterações anteriormente relatadas para o número de ramos laterais.

Ao contrário do que foi observado com relação ao número de folhas/planta, a área foliar apresentou uma variação bem menor entre cultivares, constatando-se significância estatística para efeito de cultivares apenas no Ensaio II (TABELAS 7 e 8). Não parece haver relação entre a área foliar e o tipo de ramificação, mostrando os resultados que o menor número de folhas produzido pelas cultivares dos grupos Valência e Spanish provavelmente foi compensado pela maior área foliar unitária apresentado por estas cultivares.

A deficiência hídrica determinou reduções bem maiores na área foliar que no número de folhas. No primeiro e segundo ensaios as reduções causadas pela deficiência hídrica no número de folhas foram de 43% e 45,1% respectivamente, enquanto para a área foliar as reduções causadas pelo estresse foram de 63,1% e 62,0% respectivamente. As cultivares Tatuí e Cariri Vermelho foram as menos prejudicadas com reduções de 44,4% e 47,6% respectivamente, enquanto as cultivares PI 268-689 e GNML apresentaram perdas bem maiores, de 74,4% e 71,2%, respectivamente.

A área foliar, embora dependa do número de folhas, é grandemente influenciada pela taxa de alongamento celular,

TABELA 6 - Número de folhas/planta de cultivares de amendoim, submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil.

Cultivar	Regime Hídrico			Média
	Úmido (1)	Seco (2)	% de (2)/(1)	
Ensaio I				
R 33-1	151,3	78,6	51,9	114,9a
IAL-18	74,0	41,0	55,4	57,5 b
Dixie Spanish	73,3	48,3	65,9	60,8 b
Geórgia	73,3	39,0	53,2	56,1 b
PI 165-317	73,0	38,6	52,9	55,8 b
CE 69-11	71,6	35,6	49,7	53,6 b
PI 268-689	73,3	31,0	42,3	52,1 b
Tatuí	52,3	40,0	76,5	46,1 b
55.437	61,3	30,0	48,9	45,6 b
Tatu	70,0	36,0	51,4	53,0 b
MÉDIA	73,3A	41,8 B	57,0	59,5
Ensaio II				
GNML	251,6a	99,6a	39,6	175,6
Spanish Improved	83,3 cde	44,3 b	53,2	63,8
JH-113	77,6 cde	44,3 b	57,1	60,9
B-9	122,3 b	67,6ab	55,2	94,9
1066	111,3 bc	52,6 b	47,2	81,9
Cariri Vermelho	84,3 e	63,3 b	75,1	73,8
SD-HP	102,0 bcd	62,3 b	61,1	82,1
A-2	88,3 bcde	53,3 b	60,4	70,8
V-4	81,0 cde	51,0 b	63,0	66,0
1029	76,0 de	49,6 b	65,3	62,8
MÉDIA	107,8A	58,8 B	54,9	83,3

Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna ou pela mesma letra maiúscula em cada linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 7 - Análise de variância e coeficiente de variação da área foliar (cm²), matéria seca da parte aérea (g) e matéria seca da raiz (g) de cultivares de amendoim, submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaios I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil.

Causas de Variação	GL	Quadrado Médio					
		Área Foliar		Matéria Seca da Parte Aérea		Matéria Seca da Raiz	
		Ensaio I	Ensaio II	Ensaio I	Ensaio II	Ensaio I	Ensaio II
Bloco	2	240.986,66	218.786,87	8,37	64,12	0,97	0,09
Cultivar	9	314.244,75 ^{ns}	607.496,30*	34,71 ^{ns}	5,61 ^{ns}	0,05*	0,21 ^{ns}
Regime hídrico	1	45.976.008,07**	78.373.244,60**	2.453,76**	3.113,28**	0,25**	1,78**
Cultivar x R. hídrico	9	149.946,44 ^{ns}	308.142,23 ^{ns}	32,07 ^{ns}	14,94 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,20 ^{ns}
Resíduo	38	148.062,81	226.491,99	27,18	10,24	0,02	0,15
CV		20,27%	18,71%	39,86%	21,52%	18,11%	31,35%

* - Significativos, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

** - Significativos, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

ns - Não significativo.

TABELA 8 - Área foliar (cm²/planta) de cultivares de amendoim submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaios I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil.

Cultivar	Regime Hídrico			Média
	Úmido (1)	Seco (2)	% de (2)/(1)	
Ensaio I				
R 33-1	3392,0	1489,3	43,9	2440,6
IAL-18	2934,0	1004,6	34,2	1969,3
Dixie Spanish	2676,0	1194,6	44,6	1935,3
Geórgia	2726,6	956,0	35,0	1841,3
PI 165-317	2729,3	1061,3	38,5	1895,3
CE 69-11	2366,6	710,6	30,0	1538,6
PI 268-689	2882,6	738,6	25,6	1810,6
Tatuí	2344,0	1305,3	55,6	1824,6
55.437	2694,6	824,0	30,5	1759,3
Tatu	2992,0	956,0	31,9	1974,0
MÉDIA	2773,8A	1024,0 B	36,9	1746,0
Ensaio II				
GNML	2666,6	769,3	28,8	1717,9 b
Spanish Improved	4197,3	1197,3	28,5	2697,3a
JH-113	3721,3	1441,3	38,7	2581,3ab
B-9	3350,6	1445,3	43,1	2397,9ab
1066	4106,6	1097,3	26,7	2602,0ab
Cariri Vermelho	3505,3	1836,0	52,4	2670,6a
SD-HP	4054,6	1652,0	40,7	2853,3a
A-2	4040,0	1542,6	38,2	2791,3a
V-4	3524,6	1500,0	42,5	2512,3ab
1029	3704,0	1532,0	41,4	2618,0ab
MÉDIA	3687,1A	1401,3 B	38,0	2544,1

Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna ou pela mesma letra maiúscula em cada linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

enquanto o número de folhas em si depende de processos de diferenciação e divisão celular. Como o primeiro foi mais afetado, os resultados confirmam as referências comumente encontradas na literatura de que o alongamento celular é mais sensível à deficiência hídrica que a divisão celular (HSIAO, 1973 e HSIAO & ACEVEDO, 1974).

TURK & HALL (1980), estudaram a insuficiência de água no solo na fase vegetativa do feijão caupi. Os autores encontraram uma redução substancial no índice de área foliar, havendo no entanto, rápida recuperação deste índice em resposta ao restabelecimento das condições ótimas de umidade. BOYER (1970), estudando as culturas de milho, soja e girassol, observou que quando o potencial hídrico das plantas estudadas decrescia, o crescimento foliar era inibido primeiramente e mais severamente que a fotossíntese e respiração. SILVA (1986) estudando a deficiência em cultivares de amendoim, encontrou também, que a área foliar foi muito reduzida em função da aplicação da deficiência hídrica nas duas fases de crescimento da planta.

Todos esses resultados se assemelham aos aqui relatados, ou seja, a deficiência hídrica afetou de forma expressiva a área foliar do amendoim. Os resultados sugerem, embora indiretamente, que o efeito sobre a expansão celular foi mais pronunciado que sobre a divisão celular.

4.5 - Matéria Seca e Relação Raiz/Parte Aérea

Com exceção da cultivar 55.437, que no Ensaio I apresentou reduzida matéria seca nas raízes, as demais cultivares mostraram iguais capacidades de produção da biomassa tanto na parte aérea como do sistema radicular, independente do regime hídrico (TABELAS 7, 9 e 10). Ao contrário, o regime hídrico influenciou de forma marcante referidos parâmetros. Em geral, todas as cultivares apresentaram reduções significativas na produção de biomassa nas raízes e

TABELA 9 - Matéria seca da parte aérea (g/planta) de culti-
vares de amendoim, submetidas a dois regimes hí-
dricos (úmido e seco). Ensaio I e II. Fortaleza,
Ceará, Brasil.

Cultivar	Regime Hídrico			Média
	Úmido (1)	Seco (2)	% de (2)/(1)	
Ensaio I				
R 33-1	24,1	9,5	39,4	16,8
IAL-18	18,3	5,7	31,1	12,0
Dixie Spanish	18,0	7,3	40,5	12,6
Geórgia	18,6	7,1	38,2	12,8
PI 165-317	14,4	6,3	43,7	10,3
CE 69-11	16,4	5,1	31,1	10,7
PI 268-689	19,4	5,7	29,3	12,5
Tatuí	14,0	8,5	60,4	11,2
55.437	22,8	5,0	21,9	13,9
Tatu	28,5	6,8	23,8	17,6
MÉDIA	19,5A	6,7 B	34,3	13,0
Ensaio II				
GNML	22,0	7,2	32,7	14,6
Spanish Improved	23,7	5,4	22,8	14,5
JH-113	21,5	7,2	33,5	14,3
B-9	20,0	7,6	38,0	13,8
1066	26,3	6,4	24,3	16,3
Cariri Vermelho	20,1	10,3	51,2	15,2
SD-HP	23,4	7,4	31,6	15,4
A-2	22,6	8,1	35,8	15,3
V-4	18,2	7,8	42,8	13,0
1029	22,5	8,8	39,1	15,6
MÉDIA	22,0A	7,6 B	34,5	14,8

Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna ou pela mesma letra maiúscula em cada linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 10 - Matéria seca da raiz (g/planta) de cultivares de amendoim, submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil.

Cultivar	Regime Hídrico			Média
	Úmido (1)	Seco (2)	% de (2)/(1)	
Ensaio I				
R 33-1	1,00	0,80	80,0	0,90a
IAL-18	0,90	0,69	76,6	0,79ab
Dixie Spanish	0,93	0,74	79,5	0,83a
Geórgia	0,94	0,85	90,4	0,89a
PI 165-317	0,89	0,70	78,6	0,79ab
CE 69-11	0,75	0,65	86,7	0,70ab
PI 268-689	0,86	0,59	68,6	0,72ab
Tatuí	0,70	0,85	121,4	0,77ab
55.437	0,71	0,57	80,3	0,64 b
Tatu	0,79	0,75	94,9	0,77ab
MÉDIA	0,85A	0,72 B	85,0	0,79
Ensaio II				
GNML	1,23	0,62	50,4	0,92
Spanish Improved	1,45	0,78	53,7	1,11
JH-113	1,32	1,28	96,9	1,30
B-9	1,61	1,10	68,3	1,35
1066	1,93	1,11	57,5	1,52
Cariri Vermelho	1,03	1,22	118,4	1,12
SD-HP	1,87	1,17	62,5	1,52
A-2	1,45	1,11	76,5	1,28
V-4	1,22	1,36	111,4	1,29
1029	1,16	1,06	91,3	1,11
MÉDIA	1,43A	1,08 B	75,5	1,25

Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna ou pela mesma letra maiúscula em cada linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

parte aérea com a imposição da deficiência hídrica. Vale destacar que as reduções provocadas pela deficiência hídrica no conjunto das cultivares estudadas nos dois ensaios foi maior na parte aérea (65,6%) do que nas raízes (19,8%). Os resultados sugerem que o amendoim discrimina fortemente seu crescimento em favor do sistema radicular, quando submetido a deficiência hídrica. A ausência de significância estatística para interação cultivar x regime hídrico sugere que todas as cultivares, apesar das aparentes diferenças, apresentaram modificações semelhantes como resultado da deficiência hídrica imposta com relação à distribuição da matéria seca nas raízes e parte aérea. CLARK & HILER (1973) trabalhando com feijão caupi, observaram que tanto a matéria seca como o número de vagens foram sensivelmente influenciados pela deficiência de água. A diferença de produção de matéria seca entre as plantas-controle e aquelas submetidas à deficiência hídrica foi da ordem de 42%. Recentemente, resultados semelhantes foram alcançados por SILVA (1986) que desenvolvendo estudos em amendoim (*Arachis hypogaea* L.) concluiu que a biomassa da parte aérea foi muito reduzida pela deficiência hídrica.

A relação raiz/parte aérea apresentou pequenas variações entre as cultivares nos dois ensaios (TABELAS 11 e 12). Mesmo assim constata-se um aumento acentuado nesse parâmetro no tratamento onde a deficiência hídrica foi aplicada. Em média, as cultivares praticamente dobraram a relação raiz/parte aérea no tratamento seco em relação ao úmido. Resultados semelhantes foram alcançados por FERREIRA et alii (1979) estudando a cultura do algodão; STONE et alii (1984) estudando a cultura do arroz; e SILVA (1986) estudando o amendoim. Os autores observaram que nos tratamentos onde a água foi suprimida às plantas, a relação raiz/parte aérea aumentou. Isto demonstra uma adaptação das plantas à deficiência hídrica. Apesar da ausência de significância para o efeito da interação cultivar x regime hídrico, constata-se que algumas cultivares se comportaram de maneira diferente nos dois regimes hídricos. Enquanto a cultivar

TABELA 11 - Análise de variância e coeficiente de variação da relação da matéria seca raiz/ parte aérea (cm³) volume e comprimento da raiz (m) de cultivares de amendoim, submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaios I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil.

Causas de Variação	G.L.	Quadrado Médio					
		Relação Raiz/Parte Aérea		Volume		Comprimento	
		Ensaio I	Ensaio II	Ensaio I	Ensaio II	Ensaio I	Ensaio II
Bloco	2	0,0147	0,005	11,75	27,11	2.576,25	3.910,94
Cultivar	9	0,0003 ^{ns}	0,002*	2,41 ^{ns}	10,41 ^{ns}	177,44 ^{ns}	562,96*
Regime hídrico	1	0,0612**	0,095**	199,84**	246,04**	372,35*	4.318,19*
Cultivar x R. hídrico	9	0,0004 ^{ns}	0,001 ^{ns}	2,60*	15,94 ^{ns}	98,95 ^{ns}	460,63 ^{ns}
Resíduo	38	0,0007	0,001	1,15	7,83	86,51	248,18
CV		35,14%	26,60%	16,02%	27,50%	26,80%	25,52%

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

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

ns - Não significativo.

TABELA 12 - Relação da matéria seca raiz/parte aérea de cultivares de amendoim, submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil.

Cultivar	Regime Hídrico			Média
	Úmido (1)	Seco (1)	% de (2)/(1)	
Ensaio I				
R 33-1	0,041	0,087	212,2	0,064
IAL-18	0,050	0,116	232,0	0,083
Dixie Spanish	0,052	0,098	188,5	0,075
Geórgia	0,049	0,117	238,8	0,083
PI 165-317	0,052	0,110	211,5	0,081
CE 69-11	0,046	0,124	269,6	0,085
PI 268-689	0,045	0,108	240,0	0,076
Tatuí	0,050	0,098	196,0	0,074
55.437	0,032	0,096	300,0	0,064
Tatu	0,029	0,130	448,2	0,079
MÉDIA	0,045A	0,108 B	240,0	0,076
Ensaio II				
GNML	0,057	0,092	161,4	0,074
Spanish Improved	0,063	0,145	230,1	0,104
JH-113	0,060	0,184	306,7	0,122
B-9	0,081	0,141	174,1	0,111
1066	0,076	0,176	231,6	0,126
Cariri Vermelho	0,049	0,117	238,8	0,083
SD-HP	0,088	0,161	182,9	0,124
A-2	0,063	0,144	228,6	0,103
V-4	0,067	0,172	256,7	0,119
1029	0,051	0,120	235,3	0,085
MÉDIA	0,065A	0,145B	223,1	0,105

Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna ou pela mesma letra maiúscula em cada linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tatu apresentou um aumento de 348% na relação raiz/parte aérea do tratamento seco em relação ao úmido, a cultivar PI 165-317 situou-se abaixo da média geral das cultivares estudadas com um aumento de apenas 111,5%. Essas cultivares quando estudadas por TÁVORA et alii (1985) em condições de campo apresentaram comportamento diferente em relação a imposição da deficiência hídrica. A cultivar Tatu teve uma produção de vagem muito reduzida em função da deficiência hídrica imposta, enquanto que a PI 165-317, contrariamente, apresentou não apenas elevado potencial produtivo, mas, também grande estabilidade de produção de vagem, independente do regime hídrico imposto. Os resultados sugerem que apesar de importante, a relação raiz/parte aérea não constitui um parâmetro absoluto de avaliação de plantas adaptadas à deficiência hídrica. Tal afirmativa é reforçada pelo fato da cultivar 55.437, reputada como resistente à seca no Senegal (GILLIER & SILVESTRE, 1970) ter sido a mais pobre em produção de matéria seca no sistema radicular.

4.6 - Volume e Comprimento do Sistema Radicular

As cultivares estudadas apresentaram pequena variação com relação ao volume e comprimento do sistema radicular nos dois regimes hídricos (TABELAS 11, 13 e 14). A significância estatística constatada para comprimento do sistema radicular no Ensaio II, deveu-se basicamente ao baixo valor apresentado pela cultivar GNML (44,13m) e elevado valor obtido pela cultivar 1066 (78,01m). As demais, tanto neste como no primeiro ensaio, apresentaram pequenas variações com relação aos valores dos parâmetros ora discutidos. A aplicação da deficiência hídrica determinou reduções significativas nos dois parâmetros em todas as cultivares. Constatu-se, entretanto, que as perdas em volume foram bem maiores que as observadas para comprimento do sistema radicular. Em geral, o prejuízo causado pela deficiência hídrica

TABELA 13 - Volume da raiz (cm³/planta) de cultivares de amendoim, submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaio I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil.

Cultivar	Regime Hídrico			Média
	Úmido (1)	Seco (2)	% de (2)/(1)	
Ensaio I				
R 33-1	8,5ab	4,3a	50,5	6,4
IAL-18	7,8ab	5,0a	64,1	6,4
Dixie Spanish	8,8ab	5,1a	57,9	6,9
Geórgia	10,3a	5,6a	54,3	7,9
PI 165-317	9,8a	4,5a	45,9	7,1
CE 69-11	7,5ab	4,6a	61,3	6,0
PI 268-689	8,8ab	4,3a	48,8	6,5
Tatuí	5,9 b	5,3a	89,8	5,6
55.437	8,9a	4,5a	50,5	6,7
Tatu	8,4ab	5,3a	63,0	6,8
MÉDIA	8,5A	4,8 B	57,1	6,6
Ensaio II				
GNML	11,1	4,6	41,4	7,8
Spanish Improved	15,0	7,3	48,6	11,1
JH-113	12,1	7,6	62,8	9,8
B-9	12,8	8,8	68,7	10,8
1066	12,3	8,8	71,5	10,5
Cariri Vermelho	8,4	10,1	120,2	9,2
SD-HP	15,1	8,6	56,9	11,8
A-2	13,4	7,8	58,2	10,6
V-4	9,4	10,1	107,4	9,7
1029	9,4	8,3	88,2	8,8
MÉDIA	11,9A	8,2 B	68,9	10,0

Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna ou pela mesma letra maiúscula em cada linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 14 - Comprimento da raiz (m/planta) de cultivares de amendoim, submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco). Ensaios I e II. Fortaleza, Ceará, Brasil.

Cultivar	Regime Hídrico			Média
	Úmido (1)	Seco (2)	% de (2)/(1)	
Ensaio I				
R 33-1	41,69	26,16	62,7	33,92
IAL-18	35,62	38,40	107,8	37,01
Dixie Spanish	45,18	34,21	75,7	39,70
Geórgia	44,21	36,25	81,9	40,23
PI 165-317	38,97	34,44	88,4	36,70
CE 69-11	34,44	31,24	90,7	32,84
PI 268-689	44,06	36,61	83,0	40,33
Tatuí	16,73	28,77	171,9	22,75
55.437	31,01	29,22	94,2	30,11
Tatu	40,02	26,80	66,9	33,41
MÉDIA	37,19A	32,21 B	86,6	34,70
Ensaio II				
GNML	57,06	31,21	54,7	44,13 b
Spanish Improved	82,86	41,62	50,2	62,24ab
JH-113	75,05	69,04	91,9	72,04ab
B-9	76,39	54,85	71,8	65,62ab
1066	99,01	57,02	57,6	78,01a
Cariri Vermelho	50,68	59,43	117,3	55,05ab
SD-HP	75,22	48,36	64,3	61,79ab
A-2	68,71	54,12	78,8	61,41ab
V-4	64,93	64,85	99,8	64,89ab
1029	52,22	51,95	99,9	52,08ab
MÉDIA	70,21A	53,24 B	75,8	61,72

Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna ou pela mesma letra maiúscula em cada linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

no comprimento das raízes, foi em média para as cultivares muito próxima àquele causado para a matéria seca do sistema radicular (TABELA 10). Tal fato permite inferir que a deficiência hídrica, em geral, provocou uma redução no diâmetro das raízes proporcionando a formação de raízes mais finas, porém com maior densidade.

A interação cultivar x regime hídrico, avaliada pela análise de variância (TABELA 11), apresentou significância estatística ao nível de 5% de probabilidade apenas para volume do sistema radicular do Ensaio I. Apesar desse resultado, pode-se constatar diferenças consideráveis entre as cultivares no que diz respeito a valores dos parâmetros estudados em resposta à deficiência hídrica. Por exemplo, as cultivares Cariri Vermelho e V-4 apresentaram maiores valores para volume do sistema radicular em resposta a deficiência hídrica (aumento de 20,2% e 7,4%). Por outro lado as cultivares PI 165-317 e GNML apresentaram perdas expressivas, atingindo valores de 54,1% e 58,6%. Com relação ao comprimento do sistema radicular observou-se que as cultivares Tatuí, Cariri Vermelho e IAL-18 apresentaram aumentos de 71,9%, 17,2% e 7,8%, respectivamente em resposta à imposição da deficiência hídrica.

Resultados relatados por SALIM et alii (1965) sobre o efeito da deficiência hídrica em cultivares de trigo, aveia e cevada permitiram concluir um efeito depressivo significativo no volume do sistema radicular dessas culturas, estando de acordo com os resultados aqui encontrados.

4.7 - Estratificação do Sistema Radicular no Perfil do Solo

A literatura registra que o amendoim possui um sistema radicular pivotante. Neste estudo, no entanto observou-se uma maior concentração de suas raízes nas primeiras camadas do solo independente do regime hídrico imposto (TABELAS 15, 16, 17, 18, 19 e 20). Observou-se, também, que hou

TABELA 15 - Distribuição de volume do sistema radicular (cm³/planta) por estratos de solo (20cm) de cultivares de amendoim submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco) Ensaio I. Fortaleza, Ceará, Brasil.

Cultivar	0 - 20cm		20 - 40cm		40 - 60cm		60 - 80cm		80 - 100cm	
	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco
Tatu	4,00	1,66	2,00	0,66	1,00	0,83	0,83	1,16	0,66	1,00
55.437	3,50	1,66	2,33	0,50	0,83	0,50	0,83	1,00	1,50	0,83
Geórgia	4,50	1,83	2,16	1,00	1,16	0,83	1,16	0,83	1,33	1,16
Dixie spanish	4,16	1,83	2,16	0,83	1,00	0,66	0,66	1,00	0,83	0,83
PI 268-689	4,00	1,83	1,83	0,83	0,83	0,50	0,83	0,66	1,33	0,50
IAL-18	3,66	1,50	1,33	0,83	1,00	1,00	1,00	0,83	0,83	0,83
PI 165-317	4,00	1,50	2,50	0,83	1,50	0,66	1,00	0,66	0,83	0,83
CE 69-11	3,33	1,66	2,00	1,00	0,83	0,66	0,50	0,66	0,83	0,66
R 33-11	3,66	1,33	2,00	0,83	1,00	0,66	0,83	0,83	1,00	0,66
Tatuí	3,16	1,66	1,16	1,00	0,66	1,00	0,50	0,83	0,50	0,83
Média	3,79	1,64	1,94	0,83	0,98	0,73	0,81	0,84	0,96	0,81
%	44,69	33,81	22,87	17,11	11,55	15,05	9,55	17,31	11,32	16,70

TABELA 16 - Distribuição do comprimento do sistema radicular (m/planta) por estratos de solo (20cm) de cultivares de amendoim submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco) Ensaio I. Fortaleza, Ceará, Brasil.

Cultivar	0 - 20cm		20 - 40cm		40 - 60cm		60 - 80cm		80 - 100cm	
	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco
Tatu	14,41	5,94	11,16	3,41	3,20	5,33	4,52	7,33	6,77	6,77
55.437	9,62	9,10	5,52	2,62	3,12	2,21	4,39	5,99	8,34	9,30
Geórgia	12,50	7,43	6,25	4,95	6,81	7,13	11,40	10,33	7,24	6,39
Dixie Spanish	12,59	11,45	10,88	5,95	6,26	4,29	7,37	4,38	8,07	8,58
PI 268-689	12,03	12,07	8,63	8,25	5,63	5,51	4,14	10,72	11,34	3,56
IAL-18	12,97	15,91	3,71	3,65	5,72	4,39	6,64	7,00	6,56	7,45
PI 165-317	9,41	10,93	9,36	4,78	8,24	4,19	6,27	8,37	5,67	6,15
CE 69-11	12,79	10,20	9,68	3,43	5,04	3,95	2,42	5,02	4,87	8,65
R 33-1	11,93	6,35	10,96	3,74	5,13	2,94	6,65	6,44	7,02	6,67
Tatuí	7,60	6,40	3,38	4,28	2,78	4,95	1,79	6,74	1,17	6,38
Média	11,58	9,57	7,95	4,50	5,19	4,48	5,55	7,23	6,70	6,99
%	31,32	29,20	21,50	13,73	14,03	13,67	15,01	22,06	18,12	21,33

TABELA 17 - Distribuição da matéria seca do sistema radicular (g/planta) por estratos de solo (20cm) de cultivares de amendoim submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco) Ensaio I. Fortaleza, Ceará, Brasil.

Cultivar	0 - 20cm		20 - 40cm		40 - 60cm		60 - 80cm		80 - 100cm	
	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco
Tatu	0,51	0,32	0,15	0,12	0,05	0,10	0,04	0,12	0,04	0,09
55.437	0,43	0,26	0,10	0,08	0,04	0,07	0,05	0,08	0,09	0,08
Geórgia	0,53	0,37	0,14	0,17	0,08	0,08	0,10	0,11	0,10	0,13
Dixie Spanish	0,53	0,38	0,18	0,11	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,10
PI 268-689	0,50	0,31	0,16	0,10	0,06	0,06	0,05	0,05	0,10	0,07
IAL-18	0,51	0,35	0,13	0,09	0,07	0,08	0,08	0,08	0,11	0,09
PI 165-317	0,48	0,32	0,14	0,09	0,11	0,08	0,09	0,10	0,07	0,11
CE 69-11	0,46	0,29	0,10	0,09	0,06	0,08	0,07	0,09	0,07	0,10
R 33-1	0,53	0,36	0,18	0,16	0,12	0,09	0,07	0,09	0,11	0,11
Tatuí	0,44	0,41	0,14	0,11	0,06	0,09	0,03	0,13	0,03	0,11
Média	0,49	0,33	0,14	0,11	0,07	0,08	0,06	0,09	0,07	0,09
%	59,03	47,14	16,86	15,71	8,43	11,42	7,22	12,85	8,43	12,85

TABELA 18 - Distribuição de volume do sistema radicular (cm³/planta) por estratos de solo (20cm) de cultivares de amendoim submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco) Ensaio II. Fortaleza, Ceará, Brasil.

Cultivar	0 - 20cm		20 - 40cm		40 - 60cm		60 - 80cm		80 - 100cm	
	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco
Cariri Vermelho	4,00	3,66	1,50	2,00	0,83	1,50	1,16	1,33	1,00	1,66
Spanish Improved	4,66	2,33	3,33	1,50	2,33	1,50	2,33	1,00	2,33	1,00
1066	5,00	3,00	2,33	1,83	1,83	1,33	1,83	1,33	1,33	1,33
1029	5,00	3,00	2,00	1,33	0,83	1,50	0,66	1,16	1,00	1,33
B-9	5,83	2,33	2,83	1,50	1,50	1,66	1,33	1,83	1,33	1,50
SD-HP	6,66	3,16	3,33	1,83	2,16	1,66	1,33	1,00	1,66	1,00
JH-113	4,50	2,16	2,00	1,66	1,50	1,50	2,16	1,33	2,00	1,00
V-4	4,00	3,83	2,00	2,33	1,33	1,50	0,66	0,83	1,50	1,66
A-2	6,66	3,16	3,00	1,33	1,33	1,16	1,16	1,16	1,33	1,00
GNML	5,83	1,16	2,16	1,00	1,00	0,66	1,00	0,83	1,16	1,00
Média	5,21	2,77	2,44	1,63	1,46	1,39	1,36	1,18	1,46	1,24
%	43,67	33,73	20,45	19,85	12,23	16,93	11,39	14,37	12,23	5,10

TABELA 19 - Distribuição do comprimento do sistema radicular (m/planta) por estratos de solo (20cm) de cultivares de amendoim submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco).
Ensaio II. Fortaleza, Ceará, Brasil.

Cultivar	0 - 20cm		20 - 40cm		40 - 60cm		60 - 80cm		80 - 100cm	
	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco
Cariri Vermelho	11,43	12,03	11,97	11,04	6,82	9,71	10,89	10,37	9,46	16,26
Spanish Improved	12,53	8,03	16,12	6,46	10,98	10,10	21,57	9,46	21,65	7,56
1066	21,00	10,66	21,25	10,71	17,50	11,07	19,66	11,30	19,58	13,28
1029	16,24	10,52	13,41	8,04	6,17	10,07	7,22	11,99	9,17	11,32
B-9	17,96	10,72	23,97	8,89	10,61	9,37	13,52	10,73	10,32	15,12
SD-HP	18,44	11,61	17,22	8,42	11,47	10,27	12,11	8,39	15,97	9,67
JH-113	11,42	10,13	11,84	9,43	16,13	17,01	13,64	15,56	22,00	16,89
V-4	11,23	12,26	19,64	11,92	10,27	13,30	6,00	11,37	17,78	15,99
A-2	17,48	11,29	19,21	7,18	9,69	12,99	11,09	11,16	11,22	11,54
GNML	15,60	5,88	11,43	4,08	8,66	4,90	6,00	6,87	15,35	9,53
Média	15,33	10,31	16,60	8,61	10,83	10,87	12,17	10,72	15,25	12,71
%	21,84	19,37	23,65	16,17	15,43	20,42	17,34	20,14	21,72	23,88

TABELA 20 - Distribuição da matéria seca do sistema radicular (g/planta) por estratos de solo (20cm) de cultivares de amendoim submetidas a dois regimes hídricos (úmido e seco) Ensaio II. Fortaleza, Ceará, Brasil.

Cultivar	0 - 20cm		20 - 40cm		40 - 60cm		60 - 80cm		80 - 100cm	
	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco
Cariri Vermelho	0,48	0,46	0,22	0,27	0,10	0,16	0,12	0,12	0,11	0,21
Spanish Improved	0,52	0,30	0,29	0,15	0,16	0,15	0,23	0,09	0,25	0,10
1066	0,87	0,39	0,38	0,25	0,24	0,16	0,22	0,14	0,22	0,18
1029	0,64	0,39	0,24	0,20	0,09	0,14	0,07	0,15	0,11	0,16
B-9	0,75	0,41	0,43	0,21	0,15	0,13	0,16	0,14	0,12	0,22
SD-HP	0,78	0,54	0,63	0,20	0,15	0,20	0,13	0,10	0,18	0,14
JH-113	0,47	0,41	0,21	0,23	0,23	0,28	0,15	0,21	0,25	0,25
V-4	0,46	0,47	0,35	0,32	0,14	0,21	0,07	0,14	0,20	0,22
A-2	0,73	0,43	0,34	0,18	0,13	0,22	0,12	0,14	0,13	0,16
GNML	0,66	0,23	0,20	0,10	0,12	0,07	0,07	0,08	0,19	0,13
Média	0,63	0,40	0,32	0,21	0,15	0,17	0,13	0,13	0,17	0,17
%	45,00	37,03	22,85	19,44	10,71	15,74	9,28	12,03	12,14	15,74

ve uma maior concentração de matéria seca seguida do volume e finalmente do comprimento nas primeiras camadas do solo, permitindo concluir que nas maiores profundidades, as raízes são mais finas. A deficiência hídrica, embora não modifique o panorama geral da distribuição do sistema radicular, determina um aprofundamento do mesmo, medido através dos parâmetros matéria seca, volume e comprimento. A distribuição do sistema radicular nos diversos estratos do solo foi semelhante para todas as cultivares estudadas nos dois ensaios.

De acordo com KRAMER (1963) em geral, a profundidade do enraizamento diminui com o aumento da umidade do solo. Em condições de escassez de umidade, as raízes tendem a se aprofundar, tornando-se mais finas e longas. Ao contrário, irrigações frequentes podem conduzir a um desenvolvimento superficial das raízes. HURD (1968) considerou a distribuição do sistema radicular como um dos caracteres que podem conferir adaptação das plantas à seca. ESPINOSA (1982a) estudando a resposta de doze cultivares de soja ao deficit hídrico, verificou que em todas as cultivares, 75 a 80% do sistema radicular estavam limitados aos primeiros 20cm do solo. As variedades resistentes à seca, apresentam, entretanto, uma maior densidade radicular nas primeiras camadas do solo.

Os resultados obtidos ajustam-se, em geral, aos relatados na literatura. Não foi possível identificar diferenças marcantes entre as cultivares em relação a maior capacidade de investir no sistema radicular em resposta à deficiência hídrica. As cultivares Tatuí, Cariri Vermelho e V-4 apresentaram um leve aumento na matéria seca das raízes quando submetidas à deficiência hídrica, embora a análise de variância não tenha revelado significância estatística para interação cultivar x regime hídrico. Vale destacar, entretanto, que referidas cultivares apresentaram os menores valores para matéria seca do sistema radicular no regime úmido, em ambos os ensaios (TABELAS 7 e 10). Esses resultados permitem sugerir que um estudo da velocidade de cresci

mento do sistema radicular talvez seja útil para identificar, de forma mais precisa cultivares mais aptas a explorar um maior volume de solo e assim evitar a seca.

O estudo da estratificação do sistema radicular no perfil do solo também não apresentou resultados que permitam uma diferenciação entre as cultivares com relação a uma maior capacidade de aprofundamento, quando submetidas a deficiência hídrica.

5 - CONCLUSÕES

1. A supressão da água às cultivares estudadas determinou uma redução no potencial hídrico foliar, caracterizando assim um baixo estatus de água nas plantas submetidas a esse tratamento.
2. A imposição da deficiência hídrica determinou uma significativa redução na produção de flores/planta nos dois ensaios. No Ensaio I a perda média foi de 27%, enquanto no Ensaio II a média de perda das cultivares foi de 36%. As cultivares Tatuí e JH-113 foram as menos prejudicadas com reduções apenas de 7,5% e 9,0% respectivamente, enquanto as cultivares 55.437 e GNML apresentaram perdas bem maiores, de 37,9% e 59,3% respectivamente.
3. O estudo da distribuição de flores ao longo do período de floração indicou que o processo foi iniciado em todas as cultivares independente do regime hídrico, na quarta semana após o plantio. Constatou-se que na grande maioria das cultivares com ramificação sequencial, o pico da floração ocorreu na segunda semana a partir do início do processo. As cultivares do grupo Virgínia, de ciclo longo, apresentaram um pico de floração entre a quarta e sexta semana. Em algumas cultivares a deficiência hídrica determinou uma antecipação do pico de floração de uma ou duas semanas.
4. A deficiência hídrica reduziu de forma mais drástica o crescimento vegetativo das cultivares de ramificação alternada, enquanto nas de ramificação sequencial o efeito foi menos pronunciado. As cultivares R 33-1 e GNML, com ramificação alternada, sofreram reduções no número de ramos laterais de 41,2% e 62,2% respectivamente, em resposta à deficiência hídrica.

5. A deficiência hídrica determinou redução significativa para o número de folhas/planta nos dois ensaios. As cultivares Tatuí e Cariri Vermelho foram as menos prejudicadas com redução de 23,5% e 25,0% respectivamente, enquanto as cultivares PI 268-689 e GNML apresentaram perdas bem maiores, (57,7% e 60,4% respectivamente). Ao contrário do que foi observado com relação ao número de folhas/planta, a área foliar apresentou uma variação bem menor entre as cultivares. A deficiência hídrica determinou reduções bem maiores na área foliar do que no número de folhas/planta. Nos dois ensaios, as reduções causadas no número de folhas foi cerca de 44,2%, enquanto para área foliar ela situou-se em torno de 62,5%.
6. As cultivares apresentaram pequenas diferenças com relação ao acúmulo da matéria seca, volume e comprimento do sistema radicular e matéria seca da parte aérea. A relação raiz/parte aérea apresentou pequena variação entre as cultivares dentro de cada regime hídrico. A deficiência hídrica imposta determinou reduções significativas na média das cultivares para matéria seca, volume e comprimento das raízes e matéria seca da parte aérea. As reduções no conjunto das cultivares estudadas nos dois ensaios foi maior na parte aérea (65,6%) que nas raízes (20,0%):
7. A ausência de significância estatística para o efeito da interação cultivar x regime hídrico para área foliar, matéria seca da parte aérea e raiz e comprimento do sistema radicular, permitiu concluir que a deficiência hídrica afetou de maneira uniforme os valores alcançados por esses parâmetros, em todas as cultivares estudadas.
8. O amendoim apresentou um sistema radicular superficial com 52% e 42% da matéria seca nos primeiros 20cm do solo nas plantas submetidas ao suprimento hídrico normal, e de deficiência hídrica, respectivamente. A imposição da deficiência hídrica determinou um maior aprofundamento do sistema radicular do amendoim, em todas as cultivares

estudadas. A distribuição do sistema radicular nos diversos estratos de solo foi semelhante para todas as cultivares.

9. Os prejuízos causados pela deficiência hídrica no conjunto das cultivares estudadas foram bem maiores no volume que no comprimento ou matéria seca do sistema radicular, o que conduz a conclusão de que a deficiência hídrica provocou a formação de raízes mais finas e densas.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANÔNIMO. Controle das pragas mais importantes. Correio Agrícola, (3): 646-91, 1984.
- ANUÁRIO DA FAO. Produção. 1987, p. 111.
- BEGG, J.E. & TURNER, N.C. Crop water deficits. Adv. Agron., 28: 161-207, 1976.
- BENNET, J.M.; BOOTE, K.L. & HAMMOND, L.C. Alternations in the components of peanut leaf water potential during desiccation. Journal of Experimental Botany, 32(130): 1035-43, 1981.
- BHAGSARI, A.S.; BROWN, R.H. & SCHEPERS, J.S. Effect of moisture stress on photosynthesis and some related physiological characteristics in peanut. Crop Science, 16: 712-5, 1976.
- BILLAZ, R. & OCHS, R. States de sensibilitê de l'arachide a la sêcheresse. Oleagineux, 16: 605-11, 1961.
- BOYER, J.S. Leaf enlargement and metabolic rates in corn, soybean, and sunflower at various leaf water potentials. Plant Physiol, 46: 233-5, 1970.
- BRITO, M.S. Aspectos gerais da produção de oleaginosas e da indústria de óleos vegetais no Nordeste. Fortaleza, Banco do Nordeste do Brasil/ETENE, 1984. 203p.
- BRIX, H. The effect of water stress on the rates of photosynthesis and respiration in tomato plants and loblolly pine seedlings Physiologia Plantarum, 15: 10-20, 1962.
- CLARK, R.N. & HILER, E.A. Plant measurements as indicators of crop water deficit. Crop. Science, 13: 466-9, 1973.
- DOSS, B.D.; PEARSON, R.W. & ROGERS, H.T. Effect of soil water stress at various growth stages on soybeans yield. Agronomy Journal, 66: 297-9, 1974.
- ESPINDOLA, W. Resposta de doze cultivares de soja ao deficit hídrico num latossolo vermelho-escuro de Cerrados do Distrito Federal. I - Rendimento, área foliar e desenvolvi

- mento radicular. Pesq. Agropec. bras., Brasília, 17(3): 447-58, 1982a.
- ESPINOSA, W. Resposta de doze cultivares de soja ao deficit hídrico num latossolo vermelho-escuro de Cerrados do Distrito Federal. II - Evapotranspiração e Extração de água. Pesq. Agropec. bras., Brasília, 17(5): 791-801, 1982b.
- FERREIRA, L.G.R.; DE SOUZA, J.G. & PRISCO, J.T. Effects of water deficit on proline accumulation and growth of two cotton genotypes of different drought resistances. Z. Pflanzenphysiol. Band. S. 189-199, 1979.
- FISCHER, R.A. & TURNER, N.C. Plant productivity in the arid and semiarid zones. Ann. Rev. Plant. Physiol. 29: 277-317, 1978.
- FOURRIER, P. & PREVOT, P. Influence sur l'arachide de la pluviosité, de la fumure minérale et du trempage de graines. Oléagineux, 13: 805-9, 1958.
- GAUTREAU, J. Niveaux de potentiels foliaires intervariétaux et adaptation de l'arachide à la sécheresse au Sénégal. Oléagineux, 32 (7): 323-32, 1977.
- GILLIER, P. & SILVESTRE, P. El cacahuete o mani. Barcelona, Blume, 1970. 281p.
- GODOY, O.P.; OLITTA, A.F. & GODOY, R. Irrigação do amendoim por sulcos de infiltração. Pesq. Agropec. bras., Brasília, 13(2): 83-91, 1978.
- GODOY, I.J. de; FILHO, A.S.; TANGO, J.S.; UNGARO, M.R.G. & MARIOTO, P.R. Programa Integrado de Pesquisa; Oleaginosas. São Paulo, Secretaria de Agricultura e Abastecimento/Coordenadoria da Pesquisa Agropecuária, 1985. 33p.
- GOMES, F.P. Curso de Estatística Experimental. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1970. 430p.
- HILER, E.A.; van BAVEL, C.H.M.; HOSSIAN, M.M. & JORDAN, W. R. Sensitivity of southern peas to plant water deficit at three growth stages. Agronomy Journal, 64: 60-3, 1972.
- HSIAO, T.C. Plant responses to water stress. Annual Rev. Plant Physiology, 519-70, 1973.

- HSIAO, T.C. & ACEVEDO, E. Plant responses to water deficits, water use efficiency, and drought resistance. Agric. Meteorol., 14: 59-84, 1974.
- HURD, E.A. Can we breed for drought resistance. In: LARSON, K.L. & EASTIN, JERRY, D. Drought injury and resistance in crops. Madison, Crop Science Society of America, 1971. (CSSA Special Publication, 2).
- _____. Growth of roots of seven varieties of spring wheat at high and low moisture levels. Agron. Journal, 60(2): 201-5, 1968.
- KRAMER, J.P. Water stress and plant growth. Agronomy Journal, 55: 31-5, 1963.
- MACHADO, R.C.R. & ALVIN, P.T. Efeito da deficiência hídrica no solo sobre a renovação de folhas, floração e estado de água no cacauzeiro. Revista Theobroma, 11(3): 183-91, 1981.
- MOTA, F.S.D. Meteorologia Agrícola, São Paulo, Nobel, 1986.
- OKUYAMA, L.A. & COLASANTE, L.O. Distribuição do sistema radicular do arroz-de-sequeiro cultivado em latossolo roxo distrófico. Pesq. Agropec. bras., Brasília, 22(8):803 -7, 1987.
- PALLAS Jr. J.E.; STANSELL, J.R. & KOSK, T.J. Effects of drought on florunner peanuts Agronomy Journal, 71: 853-8, 1979.
- PANDEY, R.K.; HERRERA, W.A.T. & PENDLETON. Drought response of grain legumes under irrigation gradient: I Yield and Yield Components Agronomy Journal, 76: 549-53, 1984a.
- PANDEY, R.K.; HERRERA, W.A.T.; VILLEGAS, A.N. & PENDLETON, J.W. Drought response of grain legumes under irrigation gradient. III. Plant Growth. Agronomy Journal, 76: 557-60, 1984b.
- PETINOV, N.S. The physiology of irrigated agricultural plants. Field. Crop. Abstracts, 18: 1-8, 1965.
- PRATA, F. da C. Principais culturas do Nordeste. 2 ed. Fortaleza, Imprensa Universitária da UFC, 1977. v. 1. p. 187-96.
- PRISCO, J.T. Possibilidades de exploração de lavouras xerófilas no semi-árido brasileiro. Pesq. Agropec. bras.,

- Brasília, 21 (4): 333-42, 1986.
- REICHARDT, K. A água em sistemas agrícolas. Piracicaba, Manole, 1987. V. 2. p. 161-2.
- ROBERTSON, W.K.; HAMOND, L.C.; JOHNSON, J.T. & BOUT, K. J. Effects of plant water stress on root distribution of corn soybeans, and peanuts in sandy soil. Agronomy Journal, 72(3): 548-50, 1980.
- SALIM, M.H.; TODD, G.W. & SCHLEHUBER, A.M. Root development of wheat, oats, and barley under conditions of soil moisture stress. Agronomy Journal, 603-7, apr. 1965.
- SANCHEZ-DIAS, M.F. & KRAMER, P.J. Behavior of corn and sorghum under stress and during recovering Plant Physiology, 48: 613-6, 1971.
- SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; HEMMINGSEN, E.A. & BRANDS TREET, E.D. Sap pressure in vascular plants. Science, 148: 339-46, 1965.
- SILVA, A.D.A. Deficiência hídrica em cultivares de amendoim (Arachis hypogaea L.). Fortaleza, Universidade Federal do Ceará. 1986. 49p. (Tese de Mestrado).
- SLATYER, R.O. Plant-water relationships. New York, Academic Press, 1967. 336p.
- _____. Physiological significance of internal water relations to crop yield. In: EASTIN, J.D.; HASKINS, F. A.; SULLIVAN, C.Y. & BAVEL, C.H.M. van. Physiological aspects of crop yield, Madison, American Society of Agronomy, 1969. Cap. 4, p. 53-88.
- SOUZA, J.G.; NETO, M.B. & CARVALHO, L.P. Estudos fisiológicos, para resistência à seca em algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch). João Pessoa, PB, EMBRAPA/CNPA, 1980. (Relatório Técnico Anual).
- SOUZA, J.G.; da SILVA, J.B.V.; NETO, M.B. & GILES, J.A. Velocidade de crescimento da raiz como parâmetro de resistência à seca no algodoeiro. Pesq. Agropec. bras., Brasília, 18(2): 169-72, 1983.
- STONE; L.F.; LIBARDI, P.L. & REICHARDT, K. Deficiência hídrica, vermiculita e cultivares (I. Efeito na produtividade do arroz). Pesq. Agropec. bras., Brasília, 19(6): 695-707, 1984.

- TÁVORA, F.J.A.F.; QUEIROZ, G.M.D.; PINHO, J.L.N. de & MELO, F.I.O. Comportamento de cultivares de mandioca com diferentes características foliares, submetidas a diversas densidades de plantio. Pesq. Agropec. bras., Brasília, 17(3): 417-31, 1982a.
- TÁVORA, F.J.A.F. A cultura da mamona. Fortaleza, EPACE, 1982b. p. 111.
- TÁVORA, F.J.A.F.; COSTA, J.O. ALVES, J.F. & FILHO, M.B. Respostas do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) a diferentes níveis de disponibilidade hídrica. Ciên. Agron., Fortaleza, 16(2): 95-102, 1985.
- TENNAT, D.A. Test of a modified line intersect method of estimating root length. J. Eco., 63: 995-1001, 1965.
- TURK, K.J. & HALL, A.F. Drought adaptation of cowpea. III. Influence of drought on plant growth and relations with seed yield, Agronomy Journal, 72: 428-33. 1980.
- TURNER, N.C. Drought resistance and adaptation to water deficits in crop plants. In: MUSSEL, H. & STAPLES, R.C. Stress physiology in crop plants. New York, 1979. p. 343-72.