

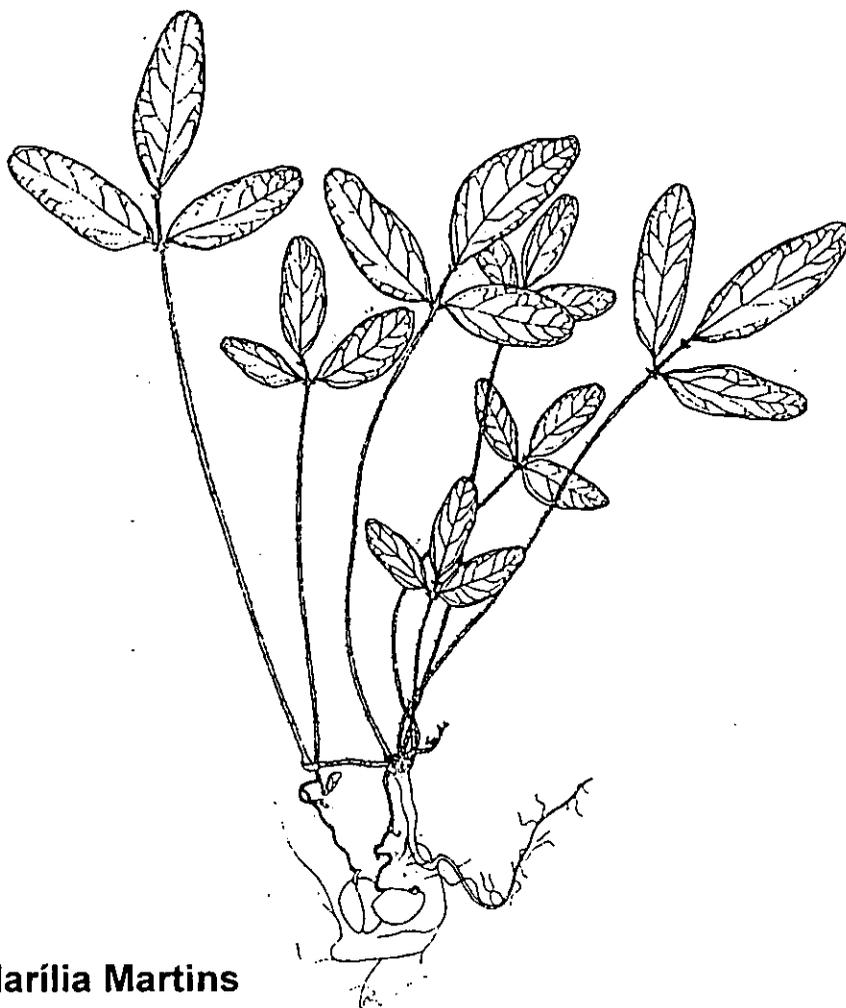
UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

TRABALHO DE LICENCIATURA

ANÁLISE DO PADRÃO DE CRESCIMENTO DE DUAS VARIEDADES DE
FEIJÃO JUGO (*Vigna subterranea*), EM CONDIÇÕES DE STRESS HÍDRICO.



AUTORA : Célia Marília Martins



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

TRABALHO DE LICENCIATURA

**ANÁLISE DO PADRÃO DE CRESCIMENTO DE DUAS
VARIEDADES DE FEIJÃO JUGO (*Vigna subterranea*), EM
CONDIÇÕES DE STRESS HÍDRICO.**

AUTORA : Célia Marília Martins

SUPERVISOR: dr. Orlando Quilambo e Dr. Henk Doddema

Maputo, Junho de 1999

AGRADECIMENTOS.

- Ao Departamento de Ciências Biológicas e em particular a secção de Botânica, pelas facilidades que concederam para a realização deste trabalho.
- Ao projecto DEIBI (Programa do Desenvolvimento de Investigação no Departamento de Biologia) pelo apoio financeiro e material prestados.
- Aos meus supervisores dr. Orlando Quilambo e Doutor Henk Doddema pelo incansável apoio e paciência demonstrados na transmissão dos seus conhecimentos.
- Ao dr. Almeida Guissamulo, pelo apoio concedido durante a análise estatística.
- Ao dr. Cornélio Ntumi, pelos conselhos dispensados durante o presente trabalho.
- Aos senhores Vilanculos, Mazuze, Simão e Fernando, pelo apoio durante a preparação do solo na estufa.
- Aos senhores Siteo e Helena, pela transmissão dos seus conhecimentos durante o trabalho no laboratório de fisiologia vegetal.
- Aos senhores Langa, Eduarda e Janet, pelo apoio moral prestados.
- Aos meus amigos de palmo e meio, Nélia e Vitó pela companhia durante o controle da experiência na estufa.
- As minhas amigas Isabel, Eunice, Anabela, Annae, Mariamo, Alice, Rosalina pela amizade e apoio moral dispensados durante a minha formação e realização do presente trabalho.
- Aos meus colegas Evelina, Rodrigues, Ivaldo, Rafael, Nelson, Alberto, e a todos que aqui não foram mencionados, pelo apoio moral prestados.
- Aos meus pais e irmãos, pelo amor e carinho demonstrados ao longo de toda a minha carreira estudantil.
- Finalmente a todos que directa ou indirectamente contribuíram para a realização do presente trabalho.

DEDICATÓRIA

Dedico o presente trabalho á :

Memória inesquecível do meu irmão, Lucrecio Martins

&

Aos meus pais, Isabel e Acácio Martins.

ÍNDICE

Conteúdo	Pagina
1.0. Introdução-----	01
2.0. Objectivos-----	05
3.0 Material e Métodos-----	05
3.1-Material Vegetal-----	05
3.2-Solo-----	06
3.3-Condições de crescimento-----	06
3.4-Material e equipamento experimental-----	07
3.5-Desenho experimental-----	08
3.6-Parâmetros medidos-----	09
3.6.1-Depois da sementeira-----	09
a)- Folhas-----	09
b)-Raízes-----	09
c)-Caules-----	09
d)-Nódulos-----	10
e)-Vagêns-----	10
f)-Flores-----	10
4.0-Análise dos resultados-----	10
5.0-Análise estatística dos dados-----	13
6.0-Resultados-----	13
6.1-Efeito do stress hídrico no crescimento da folha, caule e raíz-----	13
6.1.1-Pesos fresco e seco totais-----	13
6.1.2-Pesos fresco e seco da folha-----	15
6.1.3-Pesos fresco e seco do caule-----	16
6.1.4-Pesos fresco e seco da raíz-----	18
6.2-Efeito do stress hídrico no número de folhas e na área da folha-----	19
6.3-Efeito do stress hídrico na nodulação-----	21
6.4-Acumulação da matéria seca total-----	22
6.4.1-Razão do peso da folha (RPF)-----	23

6.4.2- Razão do peso seco do caule(RPC)-----	24
6.4.3-Razão do peso da raiz (RPR) -----	25
6.4.4-Razão do peso da raiz por parte aérea (RPRPA)-----	26
6.5-Taxa de crescimento relativo (TCR) -----	27
6.6-Principais componentes da taxa de crescimento relativo-----	28
6.6.1-Razão da área da folha (RAF)-----	28
6.6.2-Taxa de assimilação aparente (TAA) -----	29
6.7-Efeito do stress hídrico na área específica da folha (AEF) e peso específico da folha (PEF) -----	30
6.7.1-Área específica da folha (AEF)-----	30
6.7.2-Peso específico da folha(PEF)-----	31
6.8- Taxa de crescimento absoluto (TCA)-----	32
6.9-Efeito do stress hídrico no índice de tolerância -----	34
6.10-Efeito do stress hídrico no comprimento máximo da raiz pela parte aérea e no conteúdo de água da folha -----	36
6.10.1-Comprimento máximo da raizpel parte aérea-----	36
6.10.2-Conteúdo de água da folha-----	37
6.11-Efeito do stress hídrico na produção de vagens-----	38
6.11.1-Número de vagens e pesos secos das vagens-----	38
6.11.2-Conteúdo de água nas vagens (CAV)-----	39
6.11.3-Efeito do stress hídrico na razão vagens do peso das vagens-----	39
6.12-Distribuição final da matéria seca pelas diferentes partes da planta-----	40
7.0-Discussão-----	41
7.1-Efeito do stress hídrico no crescimento da folha, caule e raiz-----	41
7.2-Efeito do stress hídrico no número de folhas e na área da folha-----	43
7.3-Efeito do stress hídrico na nodulação-----	43
7.4-Acumulação da matéria seca total-----	44
7.5-Taxa de crescimento relativo (TCR)-----	44
7.6-Principais componentes da taxa de crescimento relativo-----	45
7.7-Efeito do stress hídrico na área específica da folha (AEF), peso específico da folha (PEF).-----	46

7.8-Efeito do stress hídrico no índice de tolerância -----	47
7.10-Efeito do stress hídrico no comprimento maximo da raíz pela parte aérea e no conteúdo de água nas folhas-----	48
7.11-Efeito do stress hídrico na produção das vagens-----	48
7.12-Distribuição final da matéria seca pelas diferentes partes da planta.-----	49
7.13-Efeito do stress hídrico na fase de floração-----	49
8.0-Conclusões-----	50
9.0-Recomendações-----	50
9.2- Recomendações-----	39
10.0-Referencias bibliográficas-----	51
11.0-Anexos-----	56

RESUMO

O presente estudo foi realizado na estufa pertencente ao Departamento de Ciências Biológicas em Maputo, entre os meses de Janeiro a Abril de 1999, com uma periodicidade de amostragem bisemanal.

Os objectivos deste trabalho foram: analisar o padrão de crescimento e os mecanismos de resistência a seca de duas variedades de feijão jugo (*Vigna subterranea*) em condições de stress hídrico.

As plantas foram submetidas a dois tratamentos, as plantas do controle foram regadas regularmente com água corrente e as do stress hídrico foram regadas somente quando o conteúdo volumétrico da água atingisse cerca de 3%.

A amostragem consistiu numa análise destrutiva de 8 plantas para cada tratamento.

O padrão de crescimento e os mecanismos de resistência a seca foram analisados com base nos pesos frescos, secos e o registo do número e área das folhas, número de nódulos e vagens, para de todas as partes da planta (folha, caule, raiz e vagens). Os pesos frescos foram determinados através da pesagem imediata após a colheita e os pesos secos, foram determinados depois da secagem no mínimo de 24 horas numa estufa de secagem á 80 °C.

As duas variedades mostraram diferenças no padrão de crescimento o que pode estar ligado a diferentes estratégias de resistência a seca.

Os parâmetros relacionados com os mecanismos de resistência a seca nas duas variedades foram: elevado peso da raiz, elevada razão do peso da raiz, área da folha e conteúdo de água das folhas.

1.0 INTRODUÇÃO

Estima-se que na natureza existam mais de 350 000 espécies de plantas, representando apenas 17 destas, 90% das necessidades alimentares do Homem (Stoksoph, 1985 citado por Collinson *et al.*, 1996). Ao longo do tempo, foram desenvolvidos esforços para melhorar a produtividade destas principais culturas, mas o seu potencial continua por explorar.

Os principais factores que limitam a exploração total do potencial de outras culturas são: (i) Os métodos de melhoramento e ensaios de campo lentos e trabalhosos; (ii) Fundos para uma investigação sobre culturas cujo potencial é desconhecido são escassos; (iii) o seu cultivo quase que exclusivamente efectuado por pequenos agricultores, torna os esforços para sua avaliação nutricional e económica ainda mais remotos (Collinson *et al.*, 1996).

A avaliação destas culturas, usando ensaios rotineiros de campo são muito sensíveis a mudanças de temperatura e outras variações climáticas e de solo entre as diferentes regiões e zonas. Assim, antes de iniciar ensaios de campo é indispensável avaliar certas características fisiológicas usando condições controladas particularmente a temperatura, água do solo e da atmosfera. Desta forma, podem ser identificados atributos fisiológicos básicos que permitam definir os tipos de práticas agrícolas que podem ser aplicadas a uma determinada espécie (Collinson *et al.*, 1996).

Nos últimos anos, o feijão jugo tem gerado interesse como uma cultura subexplorada, mas inevitavelmente dificuldades na exploração económica tornam este interesse baixo. Uma das características mais atractivas desta cultura é provavelmente, por possuir uma larga dispersão em África, devido a grande variabilidade genética o que lhe permite maior oportunidade para a selecção (Smartt, 1990).

O feijão jugo (*Vigna subterranea* (L.) verdc., syn. *Voandzeia subterranea* (L.) Thouars) (ver descrição no anexo 1), é uma leguminosa pertencente a família das Fabaceae e

sub-família Papilionoidae, com muitas variedades que diferem no tamanho e na forma da folha, no tamanho e na cor da semente. A cor da semente varia desde a cor branca, vermelha, marfim, castanha ou preta, podendo ainda possuir pintas ou manchas, e o tamanho da semente, varia de 0,15g a 1.20g (Kay, 1979; Nwokolo e Smartt, 1996 e Purseglove, 1968).

O feijão jugo é cultivado na agricultura de subsistência em regiões semi-áridas de África, onde o sucesso de outras leguminosas é incerto, devido a pobreza dos solos , seca e doenças. Porém, sabe-se que podem ser atingidos elevados índices de produção em boas condições de fertilidade e chuva (Hepper, 1963 citado por Kishinevsky *et al.*, 1996). A investigação sobre esta cultura é ainda muito limitada, devido ao facto de possuir um baixo valor comercial, como resultado de um baixo conteúdo de lípidos (5-8%) quando comparado ao amendoim, apesar de ser uma importante fonte de proteínas (16-25%) e de carboidratos (42-60%) (Collinson *et al.*, 1996 e 1997).

Segundo Rachie e Silvestre (1977), citado por Kishinevsky *et al.* (1996) o feijão jugo, ao contrário de muitas outras feijões é uma cultura indígena de África, sendo encontrada largamente distribuída a partir da região do Senegal à Kênia, do Sahara à África do Sul e ainda em Madagáscar. Actualmente, está igualmente distribuída na Ásia, partes do norte da Austrália e ainda na América do centro e do sul (Kay, 1979).

Em África, esta cultura é considerada a terceira leguminosa mais importante depois do amendoim e do feijão nhemba, em termos de produção e consumo (Kishnevsky *et al.*, 1996). Investigações tem sido feitas no sentido de explorar a possibilidade do seu uso na produção do leite vegetal e ainda na extração de proteínas com propriedades funcionais para o processamento de alimentos (Brough *et al.*, 1993).

Um aspecto peculiar da importância do feijão jugo é a fixação biológica de nitrogénio do ar a semelhança de outras leguminosas, um processo de simbiose com o *Rhizobium* SPP, em que a planta fornece carboidratos para a própria energia da bactéria enquanto o nitrogénio é usado pela planta. Este processo é muito importante pois enriquece os solos pobres e pode ser utilizado como alternativa antes da sementeira de outras culturas

que não são capazes de fixar o nitrogénio do ar (Brooks *et al.*, 1988 e Kay, 1979).

O stress hídrico é reconhecido como um dos maiores factores limitando a produtividade de culturas com vagens subterrâneas em áreas menos chuvosas. Embora estas culturas aparentem ser bastante resistentes á seca, deficiências de água influenciam grandemente o crescimento da raiz e dos rebentos (Chitekal *et al.*, 1992 citado por Landeweert,1997).

O impacto do stress hídrico no padrão de crescimento de toda a planta depende largamente do estágio de crescimento. Há descrições que indicam que a limitação de água no início do ciclo de crescimento, reduz a área da folha e o ganho de carbono devido ao tamanho reduzido das folhas (Nilsen e Orcutt,1996).

Outros efeitos secundários são consequência da redução da área da folha incluindo mudanças no padrão de uso de água e nutrientes. Se o stress hídrico ocorrer durante a fase de inflorescência, o número de flores será reduzido e possivelmente toda a reprodução será afectada e se o stress hídrico ocorrer durante a fase de maturação dos frutos, as inflorescências irão desenvolver-se normalmente e o padrão de crescimento da planta inteira não será afectado, mas o preenchimento das sementes poderá ser inibido e a abscisão dos frutos poderá aumentar (Nilsen e Orcutt, 1996).

Experiências em outras regiões demonstraram que o feijão jugo é capaz de produzir bons rendimentos em condições em que o amendoim não produz, como por exemplo, pobreza dos solos e stress hídrico (Babekir, 1988 citado por Collinson *et al.*,1997 e Linnemann e Craufurd, 1994). O mecanismo que permite ao feijão jugo produzir algum rendimento em condições de seca severa, não são devidamente conhecidos, mas podem estar ligados á razão da biomassa raiz / parte aérea ao ciclo de vida curto, a um sistema radicular profundo e área foliar reduzida,o que pode limitar perdas de água por transpiração (Begemann, 1988 citado por Collinson *et al.*, 1996).

Contudo, a superioridade de uma planta sobre a outra ou de um cultivar sobre o outro, especialmente em condições de limitação de água e nutrientes só pode ser explicada depois de uma análise detalhada da taxa de crescimento relativo e seus componentes,

pois a taxa de esgotamento ou depleção do solo , depende de vários factores, tais como a taxa de evaporação, área foliar e características do solo (Tardieu, 1996). Por outro lado, o desenvolvimento da raiz e a razão do peso da raiz por parte aérea são também considerados parâmetros muito importantes para explicar a performance do crescimento de culturas em ambientes sob stress hídrico (Passioura,1983 citado por Simane *et al.*,1993).

A análise do crescimento é um método que descreve a dinâmica de produção fotossintética avaliada através da acumulação da matéria seca e pode também ser usado para a investigação do efeito de fenómenos ecológicos sobre o crescimento (Ferri, 1979).

Em Moçambique, o feijão jugo é considerado entre as leguminosas de importância secundária , a segunda leguminosa mais importante em termos de área cultivada e produz bons rendimentos em solos pobres onde a precipitação é irregular (sul de Moçambique), em solos onde há mais chuva (Nampula) e mesmo nas zonas altas (Niassa) (Heemskerk *et al.*,1987).

Esta cultura encontra-se entre os produtos mais utilizados na dieta alimentar em Moçambique juntamente com outras leguminosas de grão de elevado conteúdo proteico, podendo ser consumido quer como semente de vagem imatura quer como semente seca, sendo assim muito importante para o sector familiar (Heemskerk *et al.*,1987).

Um aumento da produção do feijão jugo pode melhorar não só a qualidade da dieta das populações rurais de África em geral e de Moçambique em particular que se debate com problemas alimentares devido á seca e infertilidade dos solos, como poderia melhorar o rendimento económico, pois o preço do mercado do feijão jugo está acima do preço médio das restantes leguminosas (Coudert, 1984 citado por Collinson *et al.*,1996). Existem estudos indicando tanto rendimentos altos como baixos, mas o conhecimento limitado sobre as necessidades ecofisiológicas do feijão jugo, dificulta a identificação das causas destas diferenças no rendimento ou a recomendação de melhores práticas agrícolas para se atingir rendimentos mais elevados e estáveis (Collinson *et al.*,1996).

Em países da região como o Zimbabwe e Botswana há estudos intensivos sobre o feijão jugo mas em Moçambique não existem dados sobre estudos que tenham sido efectuados envolvendo esta cultura (Heemskerk *et al.*, 1987).

Deste modo, pretende-se com base neste estudo iniciar uma investigação que permita uma melhor caracterização das variedades de feijão jugo cultivadas na região sul de Moçambique e por outro lado explorar as possibilidades do seu uso como uma leguminosa alternativa em condições de seca e baixa fertilidade dos solos.

2.0. OBJECTIVOS

- Analisar o padrão de crescimento de duas variedades de feijão jugo, que diferem na cor da testa da semente, em condições de stress hídrico.
- Analisar os parâmetros relacionados com os mecanismos de resistência á seca nas mesmas variedades, como por exemplo a área da folha, razão da raiz/parte aérea, razão do comprimento máximo da raiz.
- Comparar os mecanismos de resistência a seca do feijão jugo com outras leguminosa (amendoim).

3.0. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATERIAL VEGETAL

Duas variedades de feijão jugo (variedade A e B), diferindo na cor da testa da semente (variedade A apresentava pintas vermelhas e a variedade B apresentava a cor branca), foram cultivados em vasos de cerca de 12 litros, revestidos de plástico no seu interior, para permitir o controle do conteúdo de água no vaso.

3.2. SOLO

O solo foi colhido no campo experimental da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (FAEF), posteriormente submetido a uma análise no laboratório de solos pertencente a mesma instituição, para a determinação de: Textura, pH, nitrogênio, fósforo e matéria orgânica conforme mostra a tabela 1 (Quilambo, em preparação).

O solo usado no presente estudo era franco arenoso e consistia em cerca de 85.6% de areia, 13.4% de argila e 1.0% de limo (Tabela 1).

Tabela 1 . Componentes do solo

Textura	Areia	85.6 %
	Argila	13.4 %
	Limo	1.0 %
pH	H ₂ O	6.8
	KCl	6.4
	Ce	0.06 mS/cm
Nitrogênio	N- total	0.08 %
	N.t- Kjeldahl	0.06 %
Fósforo	P-total	188 mg/kg
	P-bray (II)	30.7 mg/kg
Matéria orgânica	Mo	0.12
	C	0.07
Bases T	Ca ²⁺	26 meq/kg
	Mg ²⁺	9.1 meq/kg
	Na ⁺	0.6 meq/kg
	K ⁺	0.9 meq/Kg

Ce - condutividade elétrica

3.3.CONDIÇÕES DE CRESCIMENTO

Sementes de duas variedades foram pré-germinadas em caixas de Petri no escuro, e, depois de 72 horas cada plântula, foi transferida para um vaso.

Posteriormente os vasos foram mantidos numa estufa, cuja temperatura, humidade

relativa médias foram registados diariamente, às 9, 12 e 16 horas, conforme mostra a tabela 2. Infelizmente não foi possível efectuar a medição diária da radiação fotossintética conforme estava previsto devido a avaria do aparelho medidor de intensidade luminosa. Por isso os dados aqui apresentados foram obtidos em 1998 durante o mesmo período do ano.

As condições ambientais da estufa não estavam uniformemente distribuídas o que pode ter afectado o crescimento de algumas plantas.

Tabela 2. Condições ambientais médias registadas diariamente.

Período do dia	Temperatura(°c)	Humidade relativa (%)	Radiação fotossintética ($\mu\text{mol. Cm}^{-2}.\text{S}^{-1}$)*
9 horas	27.59	67.05	366.11
12 horas	30.63	58.87	538.74
16 horas	29.82	59.64	213.14

* Quilambo em preparação.

Os vasos foram submetidos aos seguintes tratamentos:

Na primeira semana depois da sementeira todos os vasos foram regados com água corrente de modo a permitir a adaptação das plantas. Na segunda semana, os vasos contendo plantas de controle foram, regados de dois em dois dias com água corrente para manter a capacidade de campo, enquanto que as plantas em stress hídrico, foram regados também com água corrente, apenas quando o conteúdo volumétrico da água atingisse 3%. O conteúdo volumétrico foi determinado usando o TDR (Thermal Domain Reflectometer) Eijkeklamp, Giesbeek - Netherlands.

3.4.MATERIAL E EQUIPAMENTO EXPERIMENTAL.

- Balanças
- Estufa de secagem a 80°C
- Instrumento de medição da área foliar
- 224 vasos e plásticos

- Termómetro
- Higrómetro
- Cartuchos
- Tesouras
- Marcadores
- Contadores
- Provetas
- Papel absorvente
- Régua
- Bisturi
- Pás
- Placas de petri
- TDR (Thermal Domain Reflectometer)

3.5. DESENHO EXPERIMENTAL

A experiência foi realizada na estufa, pertencente ao Departamento de Ciências Biológicas, durante os meses de Janeiro a Abril de 1999.

Depois da sementeira as plantas foram colhidas conforme mostra a tabela 3.

Tabela 3. Plano da colheita bisemanal das plantas.

Grupo	SDS	Número de plantas/variedade				Total de plantas
		Variedade A		Variedade B		
		Controle	Stress.	Controle	Stress	
A	2	8	8	8	8	32
B	4	8	8	8	8	32
C	6	8	8	8	8	32
D	8	8	8	8	8	32
E	10	8	8	8	8	32
F	12	8	8	8	8	32
G	13	8	8	8	8	32

SDS - semana depois da sementeira

3.6. PARÂMETROS MEDIDOS.

3.6.1. DEPOIS DA SEMENTEIRA

As plantas foram colhidas bisemanalmente conforme mostra a tabela 3. Posteriormente foram contadas as folhas e as plantas separadas em folha, raiz, hipocótilo, caule, nódulos, flores, vagens do seguinte modo:

a). Folhas

- Número de folhas/planta
- Área foliar, usando o instrumento de medição da área da folha (ΔT Delta - T Devices, Cambridge-England).
- Peso fresco através da pesagem imediata após a colheita e o peso seco depois da secagem no mínimo 24 horas numa estufa de secagem á 80 °C.

b) Raízes

- Comprimento máximo da raiz, usando uma régua.
- Volume da raiz, usando uma proveta, como diferença do volume inicial e final.

c) Caules

- Peso seco e fresco, conforme a descrição em 3.6.2.a.

d) Nódulos

- Número de nódulos /planta

e) Vagens

- Número de vagens/planta.
- Número de sementes /vagem.
- Peso seco e fresco conforme a descrição em 3.6.2.a.

f) Flores

-Registo do aparecimento das primeiras flores.

Nota: As vagens foram contadas quando tivessem um comprimento superior á 10 mm.

4.0- ANÁLISE DOS RESULTADOS

- A Taxa de Crescimento Relativo (TCR) para as diferentes partes da planta foi calculada com base nos pesos secos de acordo com (Poorter 1989, citado por Lambers e Poorter, 1992), como a inclinação do logaritmo natural do peso pelo tempo.

$$TCR = (\ln Ps_2 - \ln Ps_1) / (t_2 - t_1)$$

Onde: Ps é o peso seco a um dado tempo em g.

t é o tempo em semana.

Os valores da taxa decrescimento relativo apresentados no presente estudo foram calculados num programa instalado no computador " Grafpad " o qual tem como base a seguinte equação:

$$Y = \text{Start} * \exp (K * X)$$

Onde: Y é o ponto inicial que aumenta exponencialmente com a taxa constante K.

Start é o ponto inicial

X é o tempo duplo = 0.69 / K

- A área Especifica da Folha (AEF) foi calculada de acordo com (Hunt,1982 citado por Lambers e Poorter, 1992), como a razão da área da folha pelo peso da folha em cm^2/g .

$$AEF = AF / P_{sf}$$

Onde: AF é a área folha em cm^2 .

Psf é o peso seco da folha em g

- A Razão da Área da Folha (RAF) foi calculada usando a seguinte formula: ...

$$RAF = AF / Pst$$

Onde: Pst é o peso seco total da planta em g.

- A Taxa de Assimilação Líquida ou Aparente (TAA) foi determinada de acordo com (Lambers e Poorter, 1992) como sendo :

$$TCR = RAF \times TAA$$

Onde: RAF é a razão da área foliar.

TCR é a taxa de crescimento relativo.

- As razões dos pesos (peso da parte da planta/ peso total da planta), foram calculados com base nos pesos secos.
- A Taxa de Crescimento Absoluta (TCA) foi calculada de acordo com (Fitter e HaY, 1981) como sendo :

$$TCA = (Ps_2 - Ps_1) / (t_2 - t_1)$$

Onde: Ps₁ é o peso seco da parte da planta no tempo 1 em g.

Ps₂ é o peso seco da parte da planta no tempo 2 em g.

- A percentagem de matéria seca da planta total foi calculada como :

$$\% \text{ da matéria seca} = (Pst / Pft) * 100\%$$

Onde: Pst e Pft são os pesos seco e fresco da planta total.

- O Peso Especifico da Folha (PEF) foi determinado como:

$$PEF = P_{sf} / AF$$

- O Conteúdo da água da folha (CAF), foi determinado segundo Garnier e Laurent (1994), como sendo:

$$CAF = (P_{ff} - P_{sf}) / P_{ff}$$

Onde: P_{ff} é o peso fresco da folha

P_{sf} é o peso seco da folha

- A Razão do Comprimento Máximo da Raiz pela Área da folha.

$$RCMR = CMR / AF$$

Onde: CMR é o comprimento máximo da raiz em cm.

- O conteúdo de água das vagens foi calculado de acordo com Garnier e Laurent (1994), como sendo

$$CAV = (P_{fv} - P_{sv}) / P_{fv}$$

Onde: P_{sv} e P_{fv} são os pesos secos e frescos das vagens.

- O Índice de Tolerância (IT) da folha, caule e raiz foi calculada de acordo com Maiti *et al.*, (1996) como sendo:

$$IT = P_{ss} / P_{si}$$

Onde: P_{ss} é Peso seco em condições de stress

P_{si} é o Peso seco em óptimas condições de irrigação.

5.0. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.

Os dados foram analisados com os pacotes estatísticos Statistix e Statisca.

As diferenças nos parâmetros de crescimento entre os dois tratamentos foram analisadas usando o teste T (Two Sample T Tests) (Webb e Blackmore, 1985).

As diferenças nos parâmetros de crescimento entre as duas variedades foram analisadas usando o teste T (Paired T Test) (Webb e Blackmore, 1985).

O teste de regressão linear foi usado para analisar as correlações entre os diferentes parâmetros nas duas variedades (Fower e Cohen, 1990).

6.0. RESULTADOS

No presente trabalho foram consideradas duas fases de crescimento, a fase vegetativa e a reprodutiva.

A fase vegetativa inclui uma fase inicial, em que a planta depende das reservas da semente para a produção dos órgãos que compõem a plântula, o sistema radicular, a emergência das folhas até ao início da fase de floração, enquanto que a fase reprodutiva corresponde a fase de floração, formação e maturação das vagens.

As plantas em condições de stress hídrico não mostraram variações fenotípicas, contudo, a cor das folhas de algumas plantas apresentaram-se escuras.

6.1. Efeito do stress hídrico no crescimento da folha, caule e raiz.

6.1.1. Pesos Fresco e seco totais.

Os pesos frescos e secos totais (fig.1 e 2) mostram que existem duas fases de crescimento, a fase vegetativa caracterizada por um aumento do peso, de todas as

variedades e a fase reprodutiva, com uma redução do peso das plantas do stress hídrico nas duas variedades. A redução observada para a variedade A foi estatisticamente significativa (Test T, $t = 1.45$, $P = 0.0283$), o que não acontece com a variedade B.

O peso fresco e seco total das duas variedades foram estatisticamente diferentes (Test T, $t = 2.22$, $P = 0.0283$).

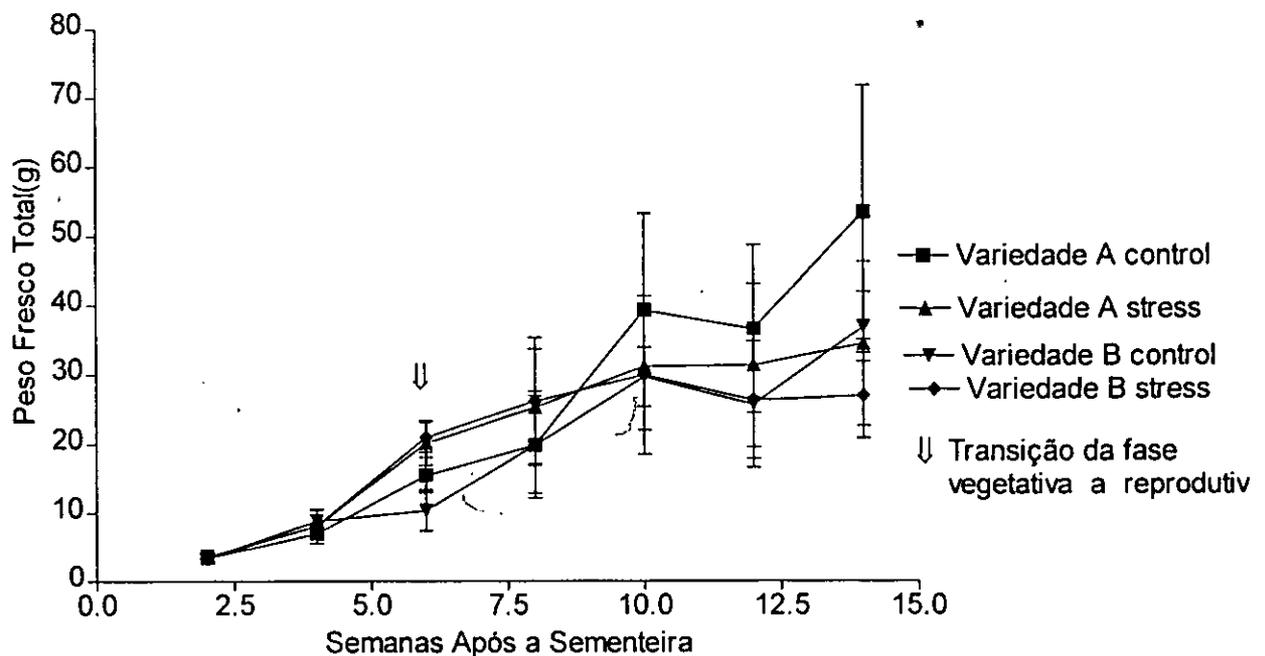


Figura 1. Peso fresco total de duas variedades de feijão jago (*Vigna subterranea*).

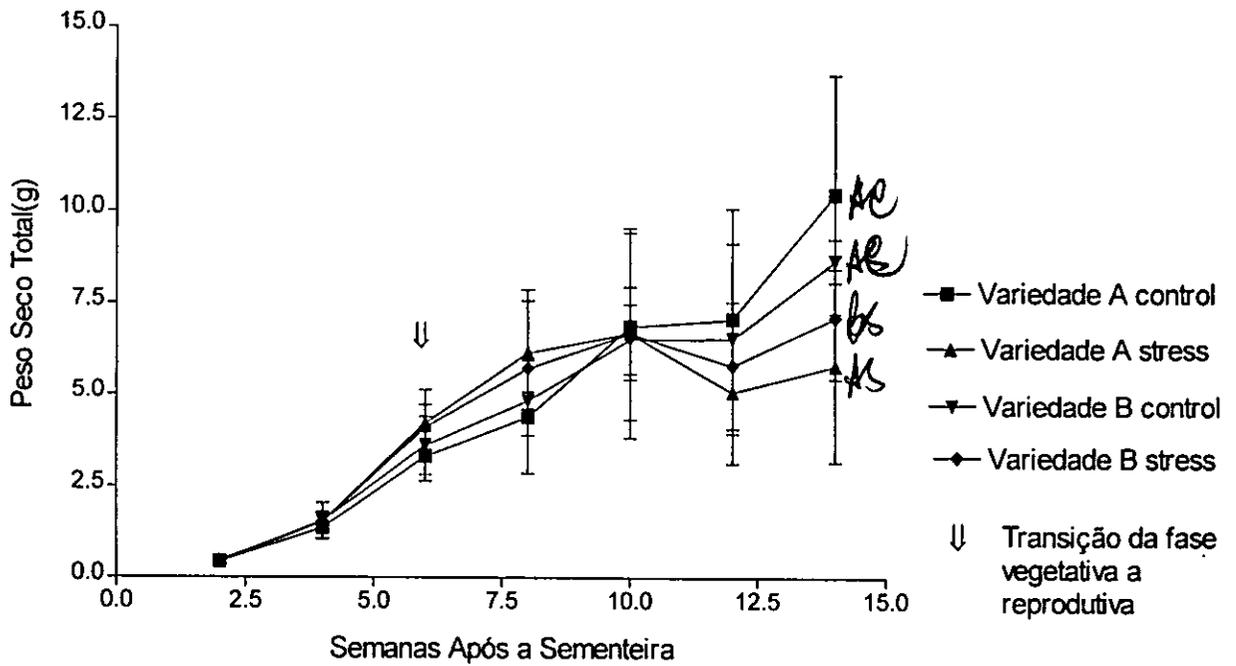


Figura 2. Peso seco total de duas variedades de feijao jugo (*Vigna subterranea*).

6.1.2. Pesos fresco e seco da folha.

O stress hidrico aumentou significativamente o peso seco e fresco da folha nas duas variedades., enquanto que , na fase reprodutiva o stress hidrico reduziu significativamente o peso fresco e seco nas variedades (Test T, $t = 1.13$, $P = 0.2620$) e a variedade A mostrou-se a mais sensivel (fig 3 e 4).

A diferenca observada nos pesos fresco e seco da folha das duas variedades durante a fase reprodutiva, foram estatisticamente significativas (Test T, $t = 1.86$, $P = 0.0679$).

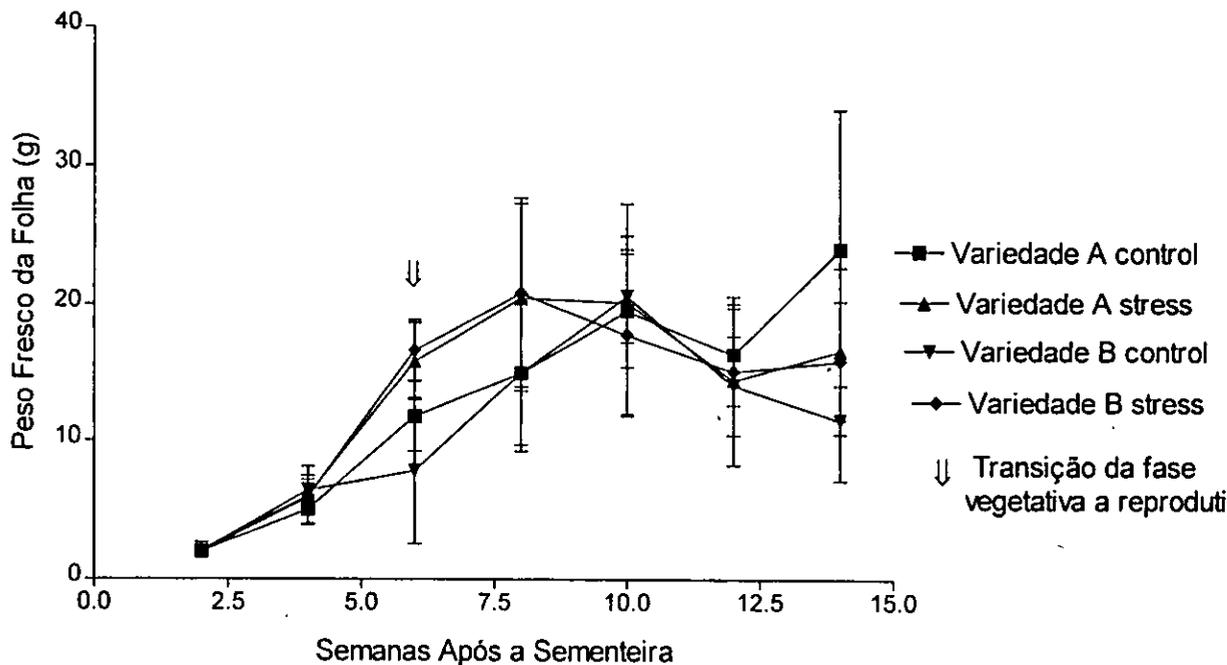


Figura 3. Peso fresco da folha de duas variedades de feijão jugo (*Vigna subterranea*).

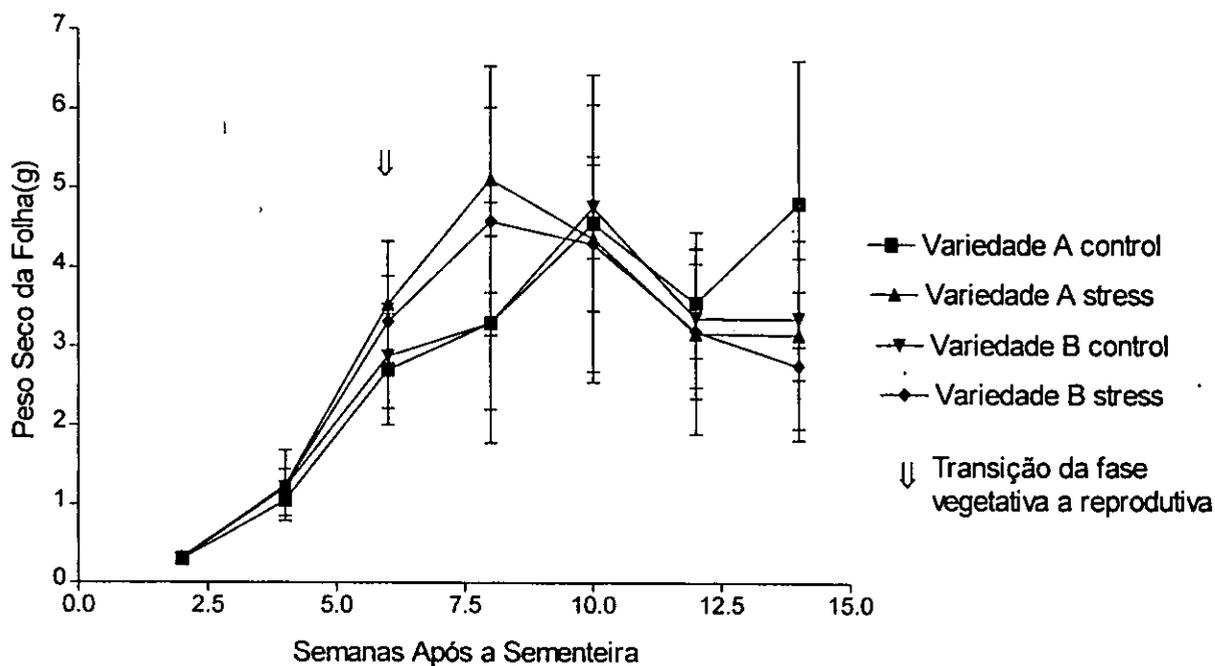


Figura 4. Peso seco da folha de duas variedades de feijão jugo (*Vigna subterranea*).

6.1.3. Pesos fresco e seco do caule.

Os pesos frescos e secos do caule (fig.5 e 6) aumentaram de uma forma mais ou menos similar durante a fase vegetativa em todos os tratamentos (ver anexo2a,b,c,d), com a excepção da variedade A em condições de stress que mostrou um aumento significativo.

Anexo 3d. Média do número de folhas , nódulos e vagens, área da folha e peso fresco e seco das vagens da variedade B em condições de stress hídrico.

SAS	NF	NN	AF	NV	PVF	PVS
2	4.375	14.25	76.8			
4	9.5	12.5	216.45			
6	24.25	17.875	566.25			
8	27.375	7.5	732.3	0.625	0.38875	0.04125
10	26.25	17.125	671.0625	8	4.25675	0.8515
12	23.125	14.125	582.1375	7.875	4.736	1.448625
14	32.75	8.5	706.7375	8.375	6.9785	1.740875

Anexo 4a. Correlação entre os diferentes parâmetros de crescimento da variedade A em ótimas condições de irrigação.

	AF	PF	RAF	TAA	AEF	RPF	RPR	NF
PF	-0.032							
RAF		-0.1735						
TAA	0.9849							
AEF	-0.4738	-0.2316	0.8204					
RPF	-0.1745	0.9996	-0.065		-0.2152			
TCR	-0.1616	0.99035	-0.0865	0.9884	-0.2256	0.9996	0.99980	
NN	-0.2310							0.2739

P < 0.05

Anexo 4b. Correlação entre os diferentes parâmetros de crescimento da variedade A em condições de stress hídrico.

	AF	PF	RAF	TAA	AEF	RPF	RPR	NF
PF	-0.2480							
RAF	0.1546	-0.1716						
TAA								
AEF	-0.4738	-0.3130						
RPF	-0.1888	0.99077	-0.1083	0.1911	-0.1778			
TCR	-0.1900	0.99057	-0.1102	0.9999	-0.1756	0.9996	0.99993	
NN	-0.4229	0.70266						0.34486

P < 0.05

Anexo 4c. Correlação entre os diferentes parâmetros de crescimento da variedade B em ótimas condições de irrigação.

	AF	PF	RAF	TAA	AEF	RPF	RPR	NF
PF	-0.2345							
RAF	-0.1953	-0.2511						
TAA								
AEF	-0.1834	-0.3130	0.7207					
RPF	-0.1953	0.9912	-0.1681		-0.3039			
TCR	-0.1684	0.9912	-0.1719	1.000	-0.3118	0.9999	0.9999	
NN	-0.4229							0.44498

P < 0.05

Anexo 4d. Correlação entre os diferentes parâmetros de crescimento da variedade A em condições de stress hídrico.

	AF	PF	RAF	TAA	AEF	RPF	RPR	NF
PF	-0.032		-0.1555					
RAF								
TAA								
AEF	0.7020	-0.2316	0.6619					
RPF	-0.1684	0.99008	-0.0934		-0.1822			
TCR	-0.1669	0.99004	-0.0972	1.000	-0.3018	0.9999	0.99997	
NN	-0.2815							0.44498

P < 0.05

Anexo 5. Comparação dos mecanismos de resistência a seca do presente estudo com o estudo feito por Landweert, 1997 e Quilambo, 1998, em variedades do amendoim.

Parametro	Presente estudo(1999)	Landweert (1997)	Quilambo (1998) *
Peso da raiz	+	-	-
RPR	+	+	+
CMR/AF	-		+
AEF	+	+	+
AF	-	+	+
CAF	-		+

* dados em preparação.

+ Sensível ao stress hídrico.

- Insensível ao stress hídrico.

Durante a fase reprodutiva todos os pesos apresentaram um mínimo por volta da semana 12 após o qual aumentaram com a exceção da variedade A stress que mostrou uma ligeira diminuição. O stress hídrico não mudou significativamente os pesos frescos e secos do caule ao longo de toda a experiência nas duas variedades.

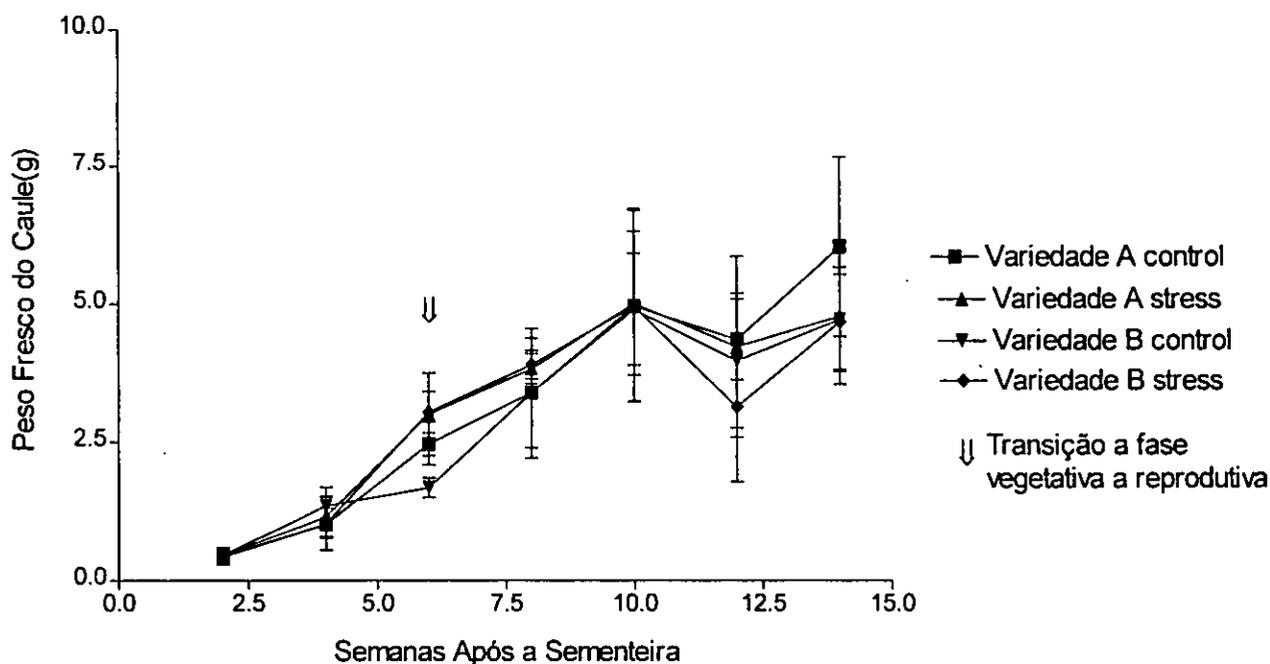


Figura 5. Peso fresco do caule de duas variedades de feijão jugo (*Vigna subterranea*).

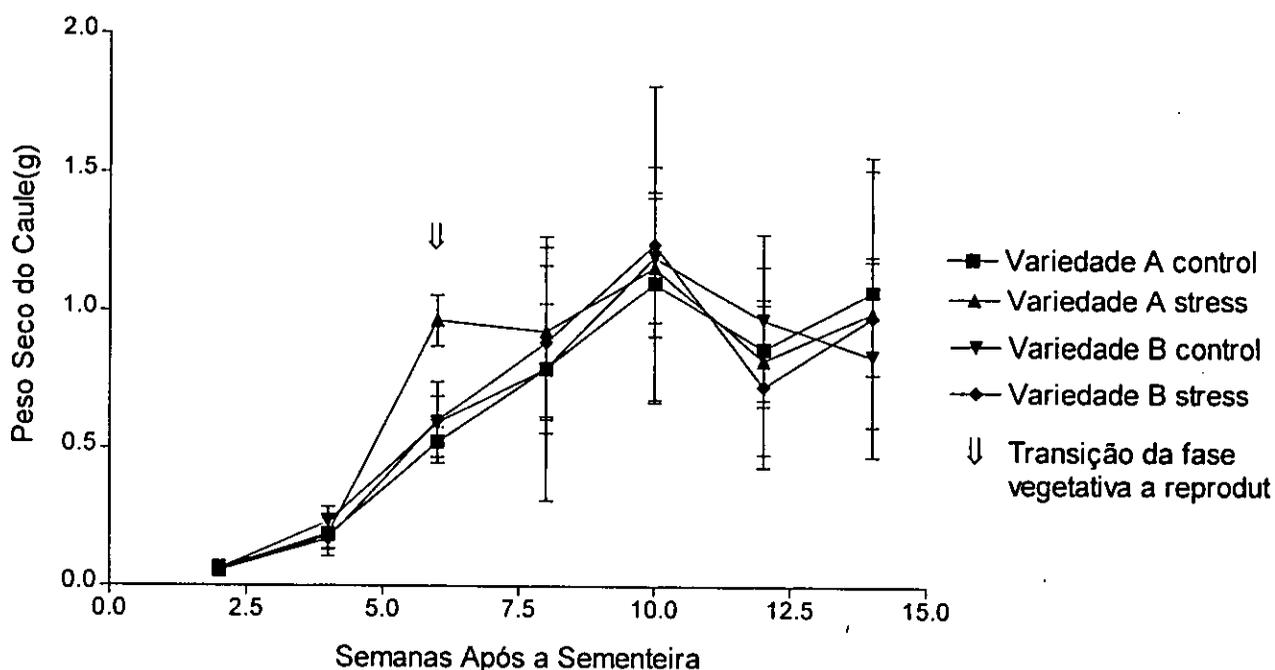


Figura 6. Peso seco do caule de duas variedades de feijão jugo (*Vigna subterranea*).

6.1.4. Pesos fresco e seco da raiz.

Os pesos frescos e secos da raiz (fig.7 e 8) permaneceram mais ou menos similares durante a fase vegetativa com a exceção do peso seco da variedade A stress que apresentou um pico máximo por volta da semana 6 para (ver anexo 2a,b,c,d). Na fase reprodutiva, o stress hídrico aumentou significativamente o peso seco da raiz nas duas variedades (Test T, $t = -0.91$, $P = 0.3674$).

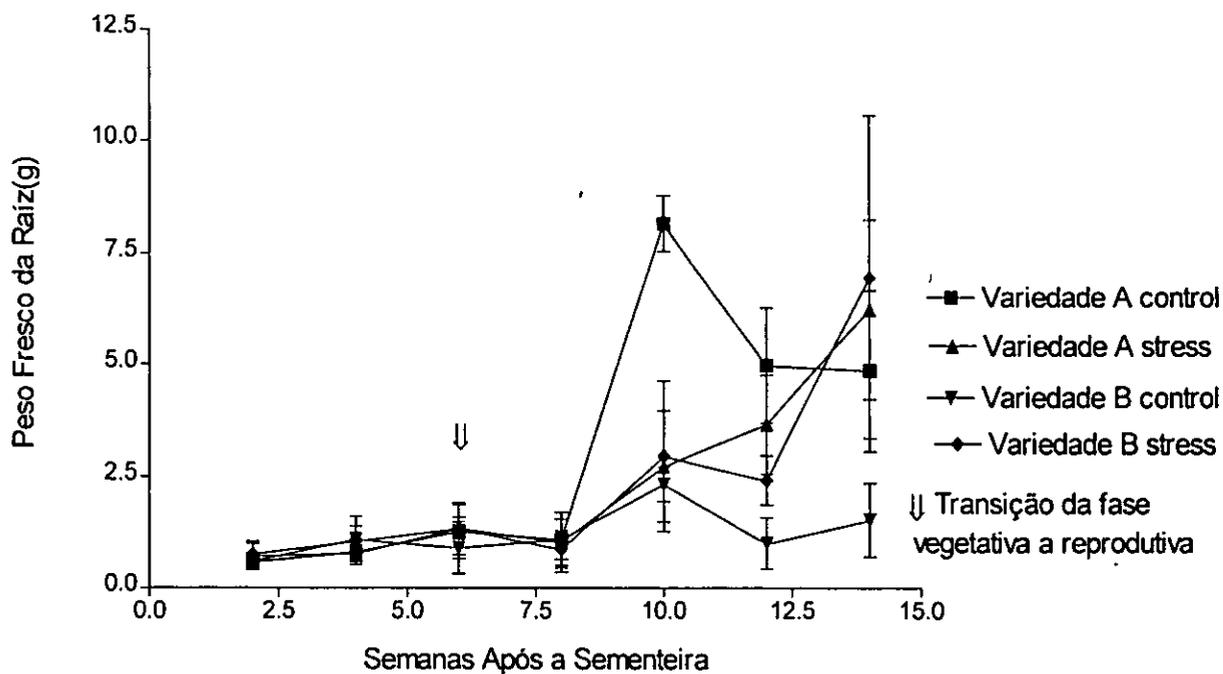


Figura 7. Peso fresco da raiz de duas variedades de feijão jugo (*Vigna subterranea*).

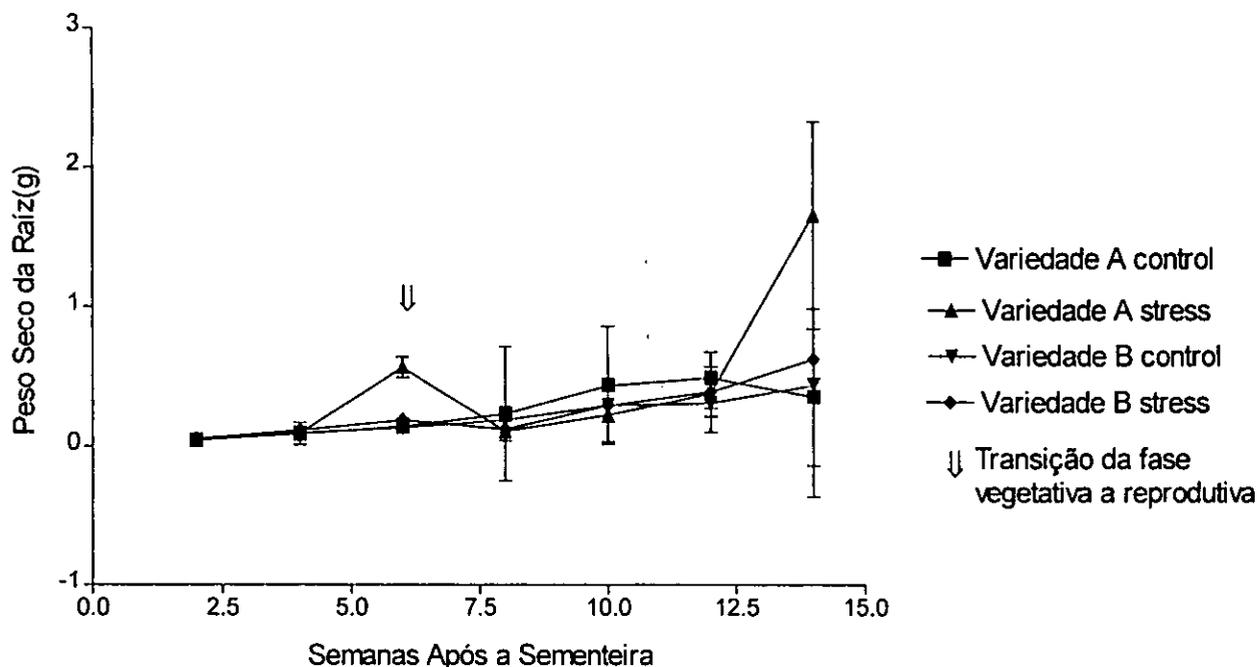


Figura 8. Peso seco da raiz de duas variedades de feijão jugo (*Vigna subterranea*).

6.2. Efeito do stress hídrico no número de folhas e na área da folha.

O número de folhas (fig. 9) aumenta de uma forma mais ou menos similar para todos os

tratamentos durante a fase vegetativa (ver anexo 3a,b,c,d). Na fase reprodutiva o stress hídrico reduziu o número de folhas da variedade A. A redução do número de folhas observada para a variedade A, contudo, não foi estatisticamente significativa.

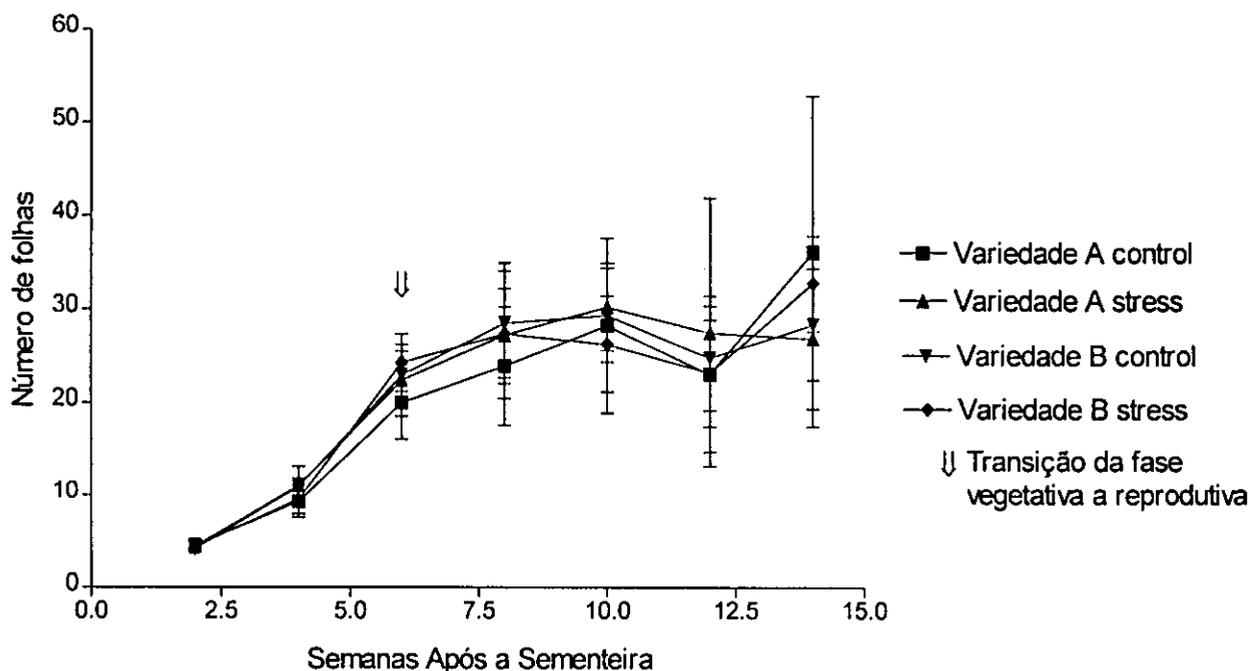


Figura 9. Número de folhas de duas variedades de feijão jugo (*Vigna subterranea*).

O stress hídrico não afectou a área da folha das duas variedades de feijão jugo durante a fase vegetativa (fig 10). Na fase reprodutiva, o stress hídrico reduziu a área da folha de ambas as variedades. O decréscimo da área da folha observada nas duas variedades sob condições de stress não foi estatisticamente significativa.

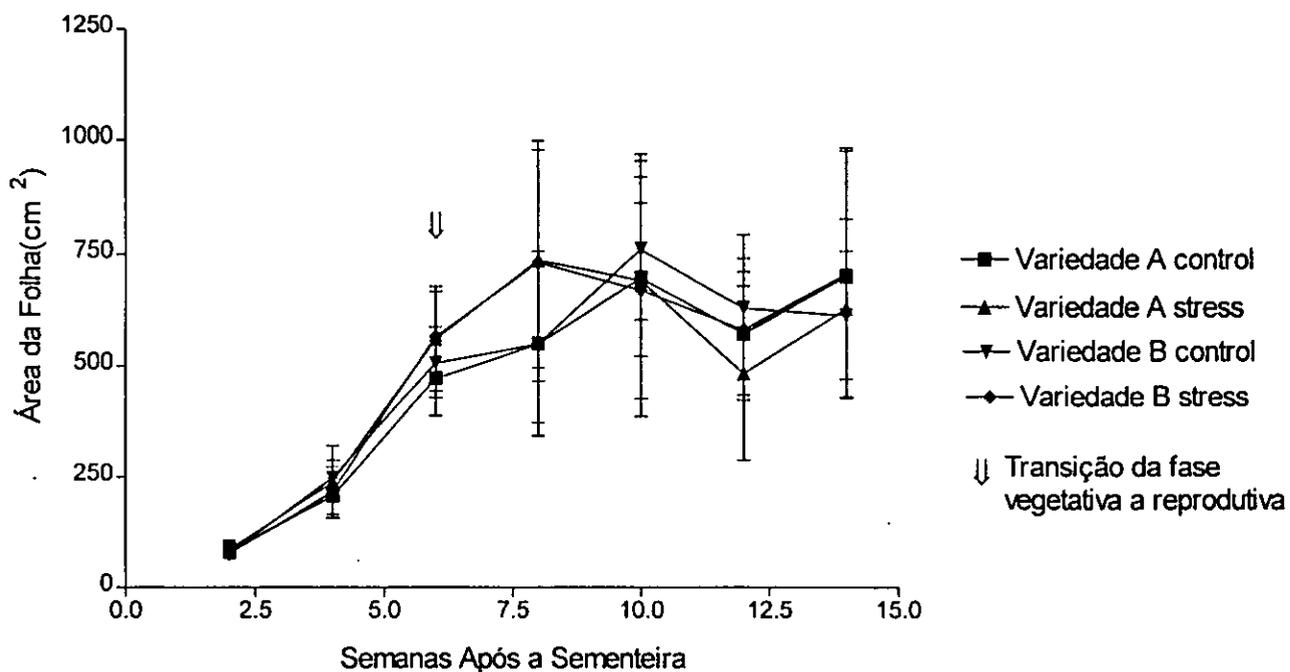


Figura 10. Área da folha de duas variedades de feijão jago (*Vigna subterranea*).

6.3. Efeito do stress hídrico na nodulação.

O número de nódulos diminui para todos os tratamentos ao longo de toda a experiência ou seja com o crescimento das plantas, conforme mostra (fig.11). O stress hídrico influencia de uma forma diferente o número de nódulos. Existem diferenças significativas (Test T, $t = 3.38$, $P = 0.001$) entre as duas variedades na produção nódulos, tendo a variedade B se mostrado insensível ao stress hídrico.

Existe uma correlação positiva entre o número de nódulos e a área da folha para todos os tratamentos (Anexo3a,b,c,d).

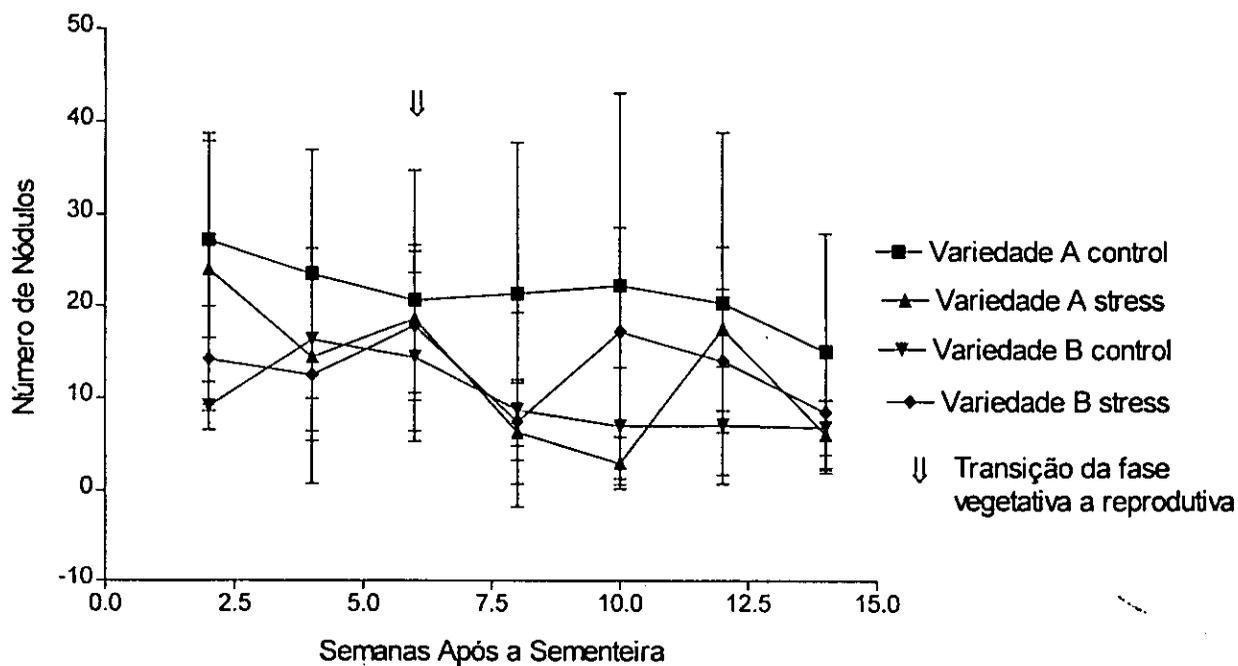


Figura 11. Número de nódulos de duas variedades de feijão jugo (*Vigna subterranea*).

6.4. Acumulação da matéria seca total.

O stress hídrico não afectou a percentagem de matéria seca total durante a fase vegetativa (fig.12). Na fase reprodutiva verificou-se uma ligeira redução da percentagem em relação as plantas submetidas ao stress hídrico, contudo, esta redução não foi estatisticamente significativa.

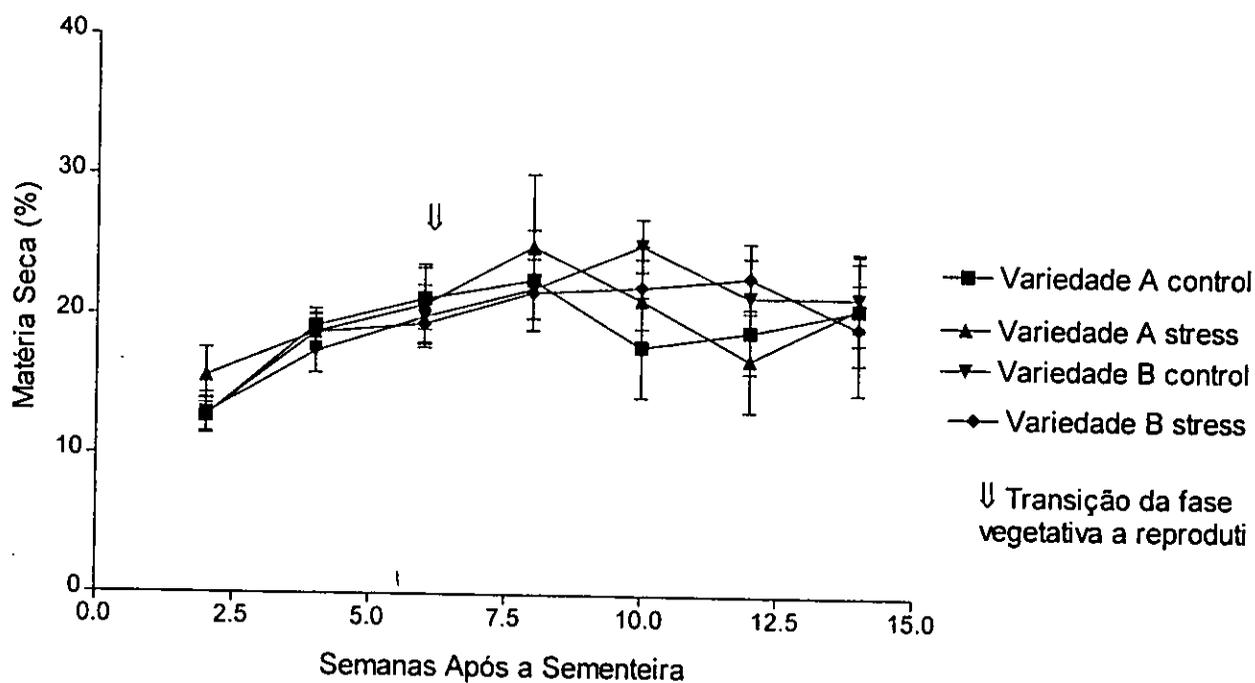


Figura 12. Percentagem de matéria seca de duas variedades de feijão jugo (*Vigna subterranea*).

6.4.1. Razão do Peso da Folha (RPF)

O stress hídrico não afectou a razão do peso da folha durante a fase vegetativa. Na fase reprodutiva, contudo o stress hídrico reduziu a razão do peso da folha para a variedade B (fig.13). Esta redução não foi estatisticamente significativa.

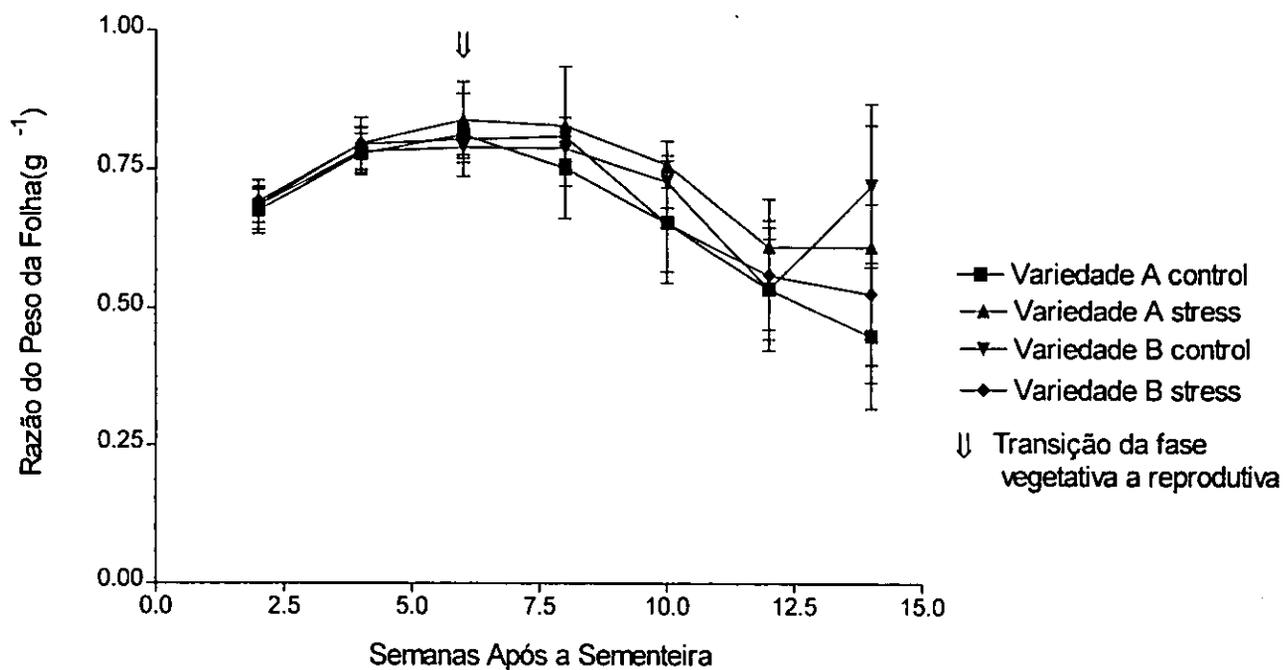


Figura 13. Razão do peso da folhade duas variedades de feijão jugo (*Vigna subterranea*).

6.4.2. Razão do peso do caule (RPC).

A razão do peso do caule foi mais ou menos similar para todos os tratamentos durante a fase vegetativa. Na fase reprodutiva o stress hídrico reduziu significativamente a razão do peso do caule nas duas variedades (Test T, $t = -1.81$, $P = 0.074$) (fig. 14).

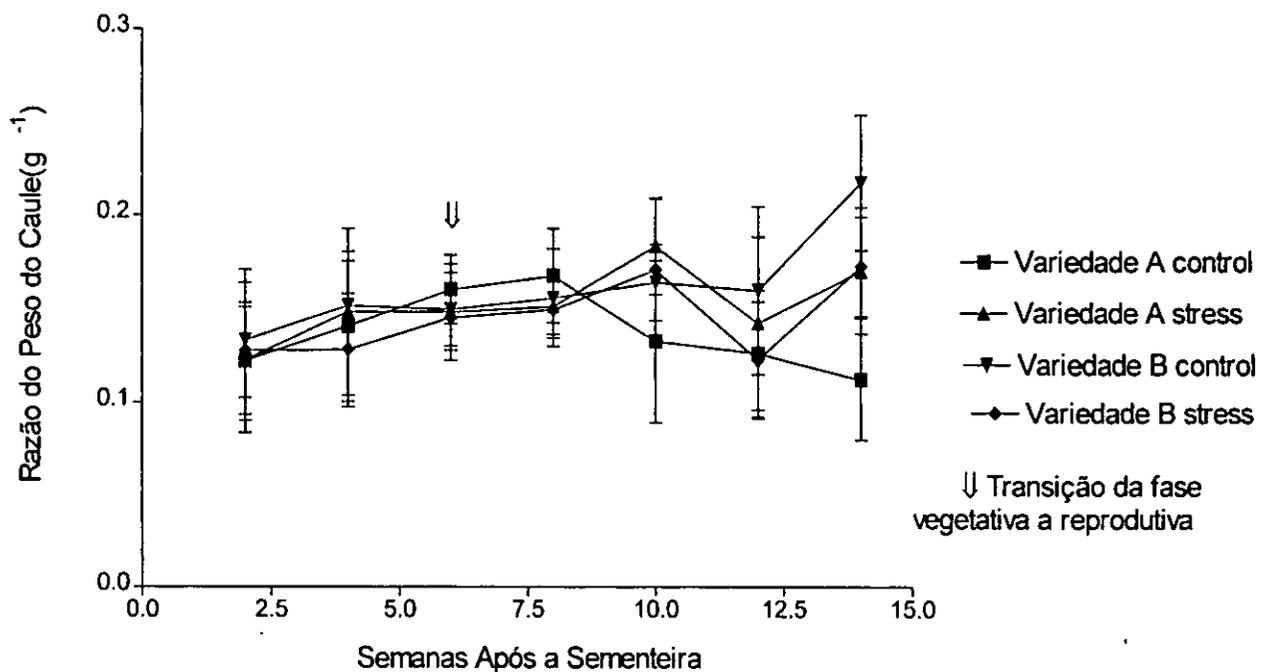


Figura 14. Razão do peso do caule de duas variedades de feijão jugo (*Vigna subterranea*).

6.4.3. Razão do peso da raiz (RPR).

A razão do peso da raiz (fig.15) durante a fase vegetativa decresceu em todos os tratamentos com a exceção da variedade A stress que apresentou um aumento significativo. O stress hídrico aumenta significativamente ($P < 0,05$) a razão do peso da raiz durante a fase reprodutiva em cerca de 538 % e 142 % para a variedade A e B, respectivamente.

Uma correlação positiva significativa foi encontrada ao longo da experiência entre a Razão do peso da Raiz e a Taxa de Crescimento Relativo para todos os tratamentos (Anexo 4a,b,c,d).

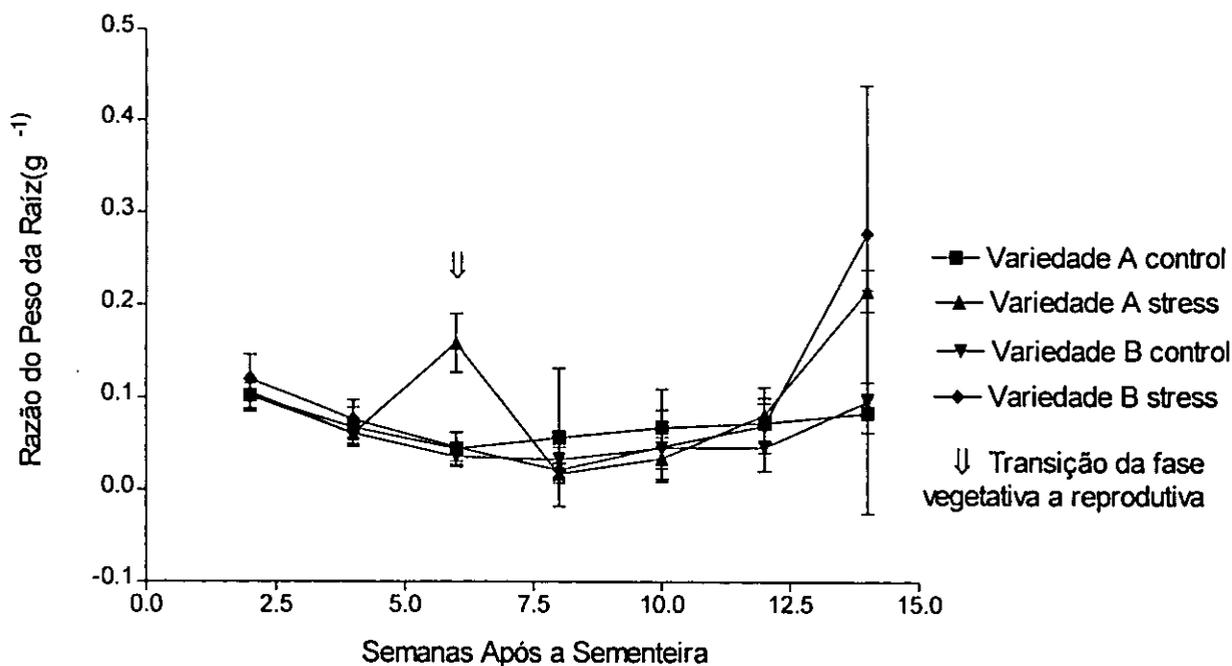


Figura 15. Razão do peso da raiz de duas variedades de feijão jugo (*Vigna subterranea*).

6.4.3. Razão do peso da raiz por parte aérea (RPRPA).

A razão do peso da raiz pela parte aérea (fig.16) das duas variedades de feijão jugo aumentou de uma forma mais ou menos similar durante a fase vegetativa para todos os tratamentos com a exceção da variedade A stress que apresentou um aumento significativo entre a semana 4 a 6. Na fase reprodutiva o stress hídrico aumentou significativamente a razão do peso da raiz pela parte aérea (Test T, $t = -1.11$, $P = 0.2686$ e $t = -0.60$, $P = 0.5583$) em cerca de 32 % e 61 %, para a variedade A e B respectivamente.

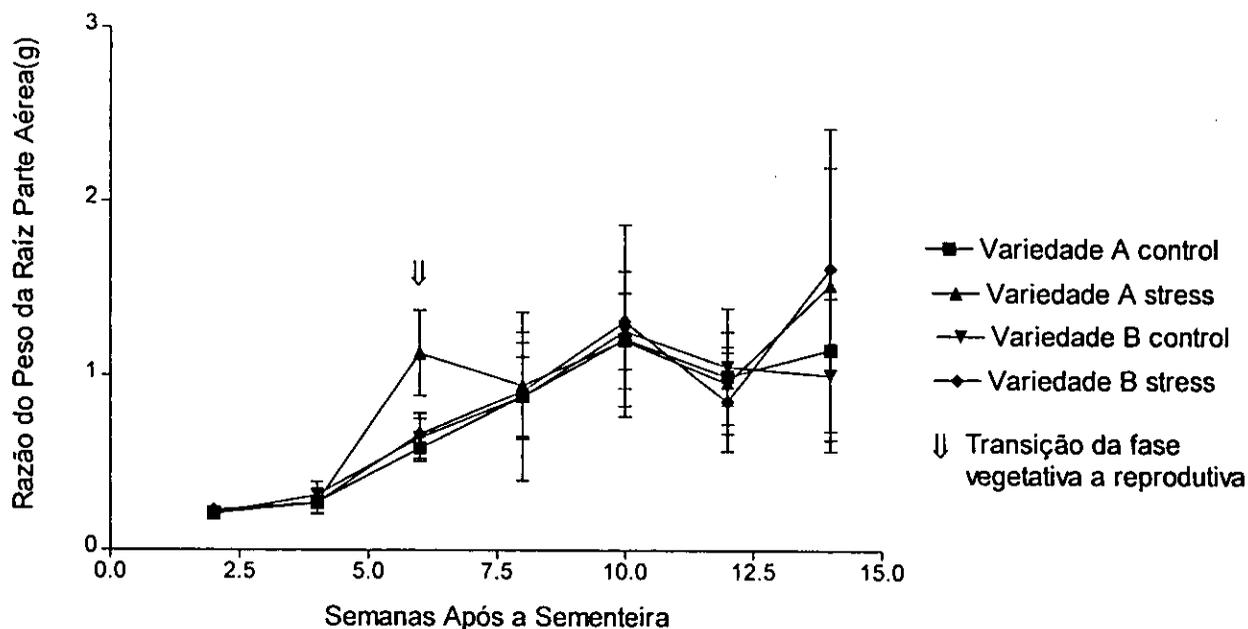


Figura 16. Razão do peso da raiz pela parte aérea de duas variedades de feijão jugo (*Vigna subterranea*).

6.5. Taxa de Crescimento Relativo (TCR).

As duas variedades apresentam elevadas Taxas de Crescimento Relativo para planta total, folhas, caule e raiz, durante a fase vegetativa em condições de stress hídrico (ver tabela 1).

Tabela 1. Taxa de Crescimento Relativo durante a fase vegetativa de duas variedades de feijão jugo.

Os valores são as médias de 8 plantas \pm desvio padrão.

Variedade	Planta Total	Folha	Caule	Raiz
A Controle	0.245 \pm 0.055	0.498 \pm 0.036	0.537 \pm 0.022	0.265 \pm 0.031
A Stress	0.256 \pm 0.070	0.546 \pm 0.033	0.788 \pm 0.056	0.852 \pm 0.155
B Controle	0.254 \pm 0.045	0.476 \pm 0.060	0.500 \pm 0.046	0.232 \pm 0.065
B Stress	0.267 \pm 0.074	0.530 \pm 0.043	0.622 \pm 0.013	0.288 \pm 0.039

Durante a fase reprodutiva a variedade A apresentou baixas Taxas de Crescimento Relativo em condições de stress hídrico para todas as parte da planta, com a exceção da raiz que apresentou uma elevada taxa de Crescimento Relativo. Por outro lado, a

variedade B apresentou baixas taxas de crescimento mesmo em ótimas condições de irrigação (ver tabela 2).

Tabela 2. Taxa de Crescimento Relativo de duas variedades de feijão jugo durante a fase reprodutiva.

Os valores são as médias de 8 plantas \pm desvio padrão.

Variedade	Planta Total	Folha	Caule	Raiz
A Controle	0.132 \pm 0.0283	0.0436 \pm 0.0398	0.0308 \pm 0.0382	0.0473 \pm 0.07447
A Stress	-0,023 \pm 0.0269	-0.0926 \pm 0.0182	-0.0064 \pm 0.0395	0.6491 \pm 0.1020
B Controle	0.088 \pm 0.0269	-0.0613 \pm 0.0278	-0.0218 \pm 0.039	0.1262 \pm 0.0249
B Stress	0.026 \pm 0.0228	0.112 \pm 0.1219	-0.0118 \pm 0.0608	0.5967 \pm 0.1172

As duas variedades mostraram diferença significativas nas taxas de crescimento relativo de todas as partes da plantas (planta total, folha, caule e raiz) durante as duas fases de crescimento.

Ao longo da experiência, verificou-se uma correlação positiva e significativa entre a Taxa de Crescimento Relativo e a Taxa de Assimilação Aparente (componente fisiológica) para todos os tratamentos, contudo, a correlação entre a Taxa de Crescimento Relativo e a Razão da Área da Folha (componente morfológica) mostraram uma correlação negativa (Anexo 4a,b,c,d).

6.6. Principais componentes da Taxa de Crescimento Relativo.

6.6.1. Razão da Área da Folha (RAF)

A razão da área da folha (fig.17) decresceu durante a fase vegetativa em todos os tratamentos. Na fase reprodutiva, todos os tratamentos mostraram um ligeiro aumento por volta da semana 14, com a exceção da variedade A controle, que continuou a decrescer.

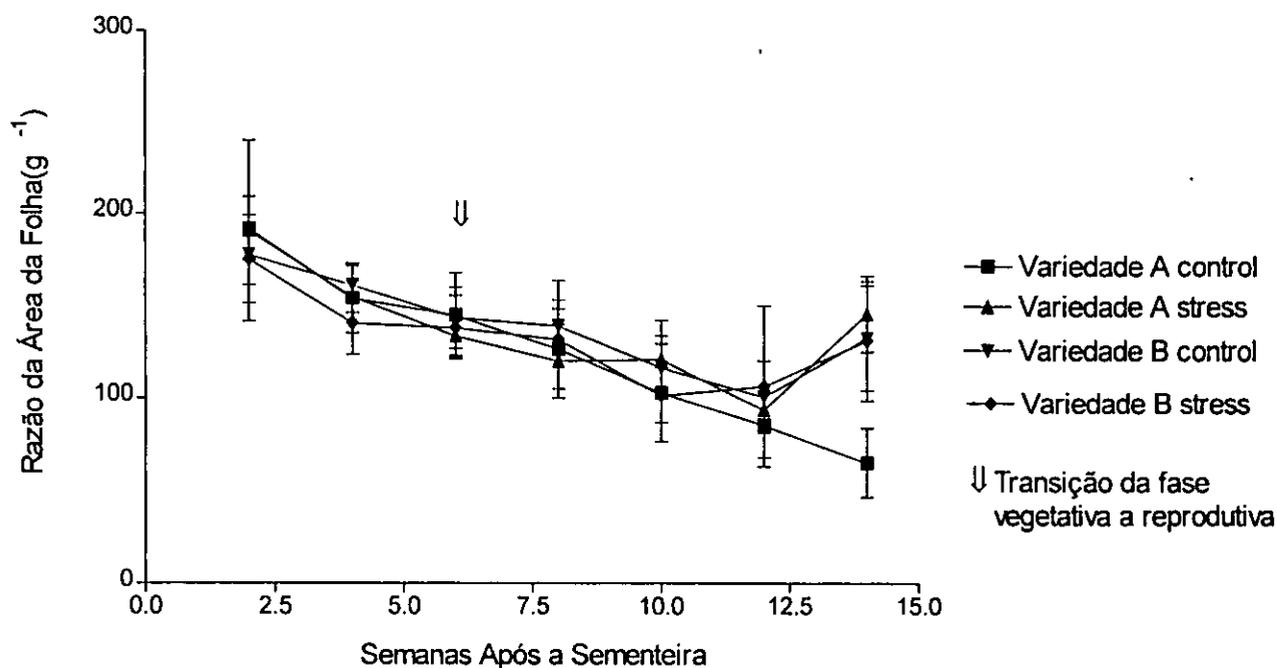


Figura 17. Razão da área da folha de duas variedades de feijão jugo (*Vigna subterranea*).

6.6.2. Taxa de Assimilação Aparente (TAA).

A taxa de assimilação aparente (fig 18.) das duas variedades decresceu durante a fase vegetativa para todos os tratamentos, na fase reprodutiva todos os tratamentos mostraram um ligeiro aumento por volta da semana 14, com a exceção da variedade B controle que continuou a decrescer. O aumento observado para todas as variedades é, contudo, estatisticamente significativo.

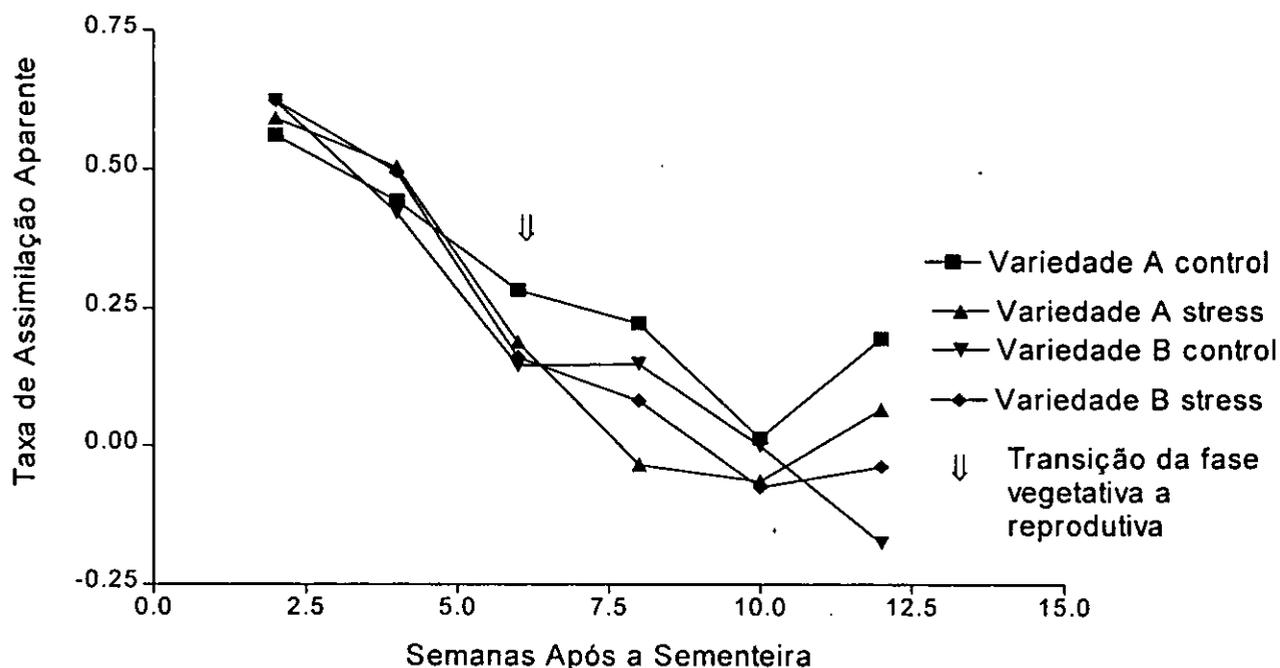


Figura 18. Taxa de assimilação aparente do peso seco total de duas variedades de feijão jugo (*Vigna subterranea*).

6.7. Efeito do stress hídrico na Área Específica da Folha (AEF) e Peso Específico da Folha (PEF).

6.7.1. Área Específica da Folha (AEF)

A Área Específica da Folha (fig.19) das duas variedades de feijão jugo permaneceu mais ou menos similar para todos os tratamentos durante a fase vegetativa. Na fase reprodutiva, registou-se um aumento significativo (Test T, $t = -0.29$, $P = 0.7620$ e $t = -0.31$, $P = 0.7511$) das plantas submetidas ao stress hídrico em cerca de 53 % e 45 % para a variedade A e B, respectivamente.

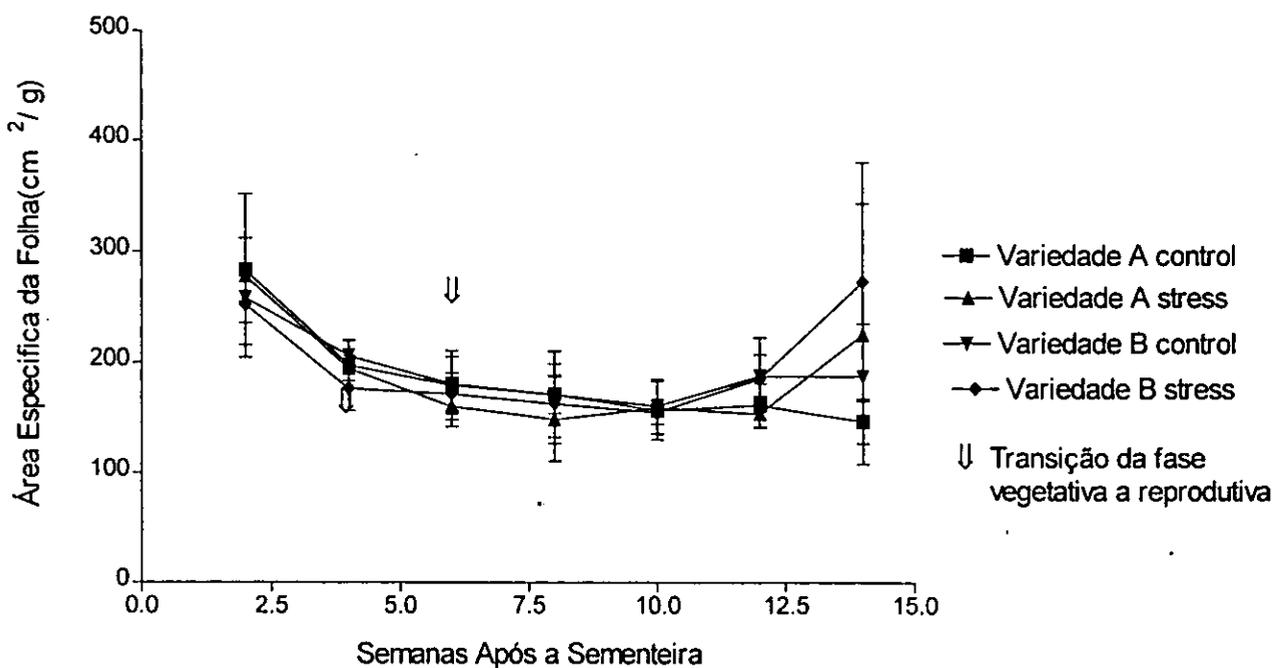


Figura 19. Área específica da folha de duas variedades de feijão jago (*Vigna subterranea*).

6.7.2. Peso Especifico da Folha (PEF)

O peso específico da folha (fig.20) aumentou durante a fase vegetativa em todos os tratamentos. O stress hídrico reduziu o peso específico da folha de ambas as variedades durante a fase reprodutiva, em cerca de 77 % e 79 % na variedade A e B, respectivamente. A redução observada não foi estatisticamente significativa.

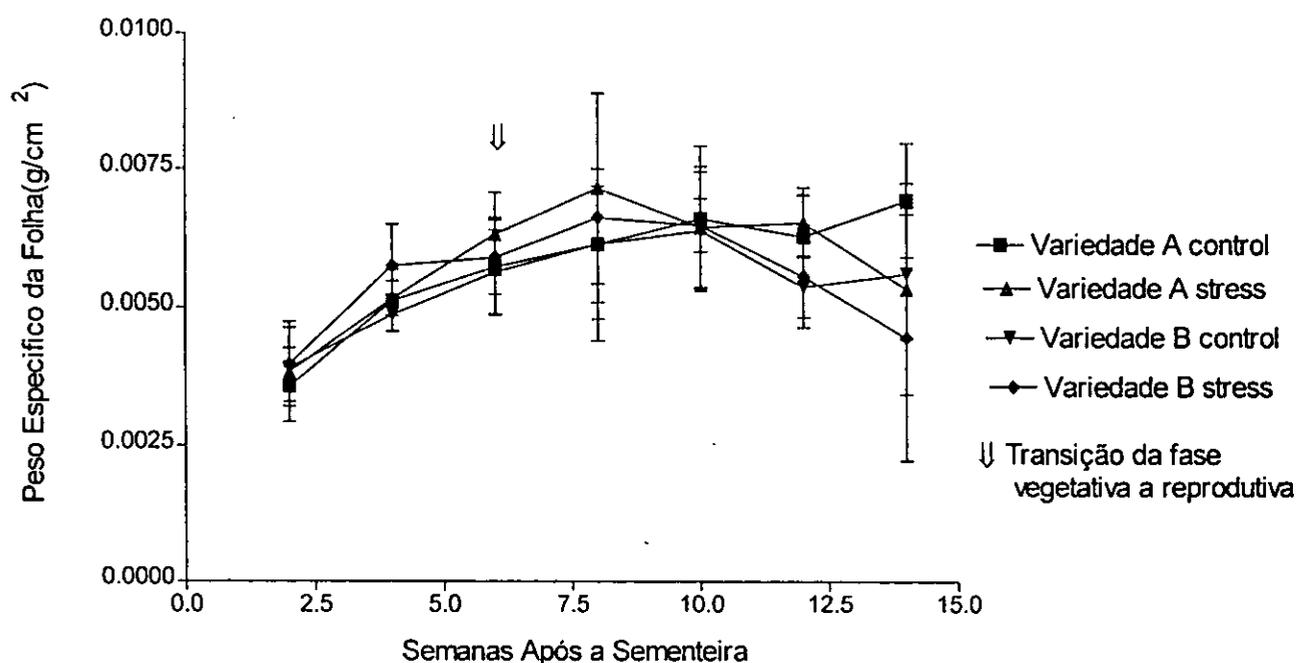


Figura 20. Peso específico da folha de duas variedades de feijão jago (*Vigna subterranea*).

6.8. Taxa de Crescimento Absoluto (TCA).

A taxa de crescimento absoluto da planta total, folha e raiz durante a fase vegetativa permaneceu mais ou menos similar, com a exceção do peso do caule que apresentou um aumento significativo como mostra nas (fig.21a,b,c). Durante a fase reprodutiva, a taxa de crescimento absoluto da planta total, da folha e raiz da variedade B reduziu significativamente sob condições de stress hídrico, com a exceção do caule que mostrou um aumento significativo, enquanto que a taxa de crescimento da raiz da variedade A mostrou um aumento significativo (fig.21a,b,c,d).

As taxas de crescimento absoluto da folha e do caule mostraram diferenças significativas (Test T, $t = 2.25$, $P = 0.0265$ e $t = 1.99$, $P = 0.0490$) para a variedade A e B respectivamente, o mesmo não acontecendo para as outras partes da planta.

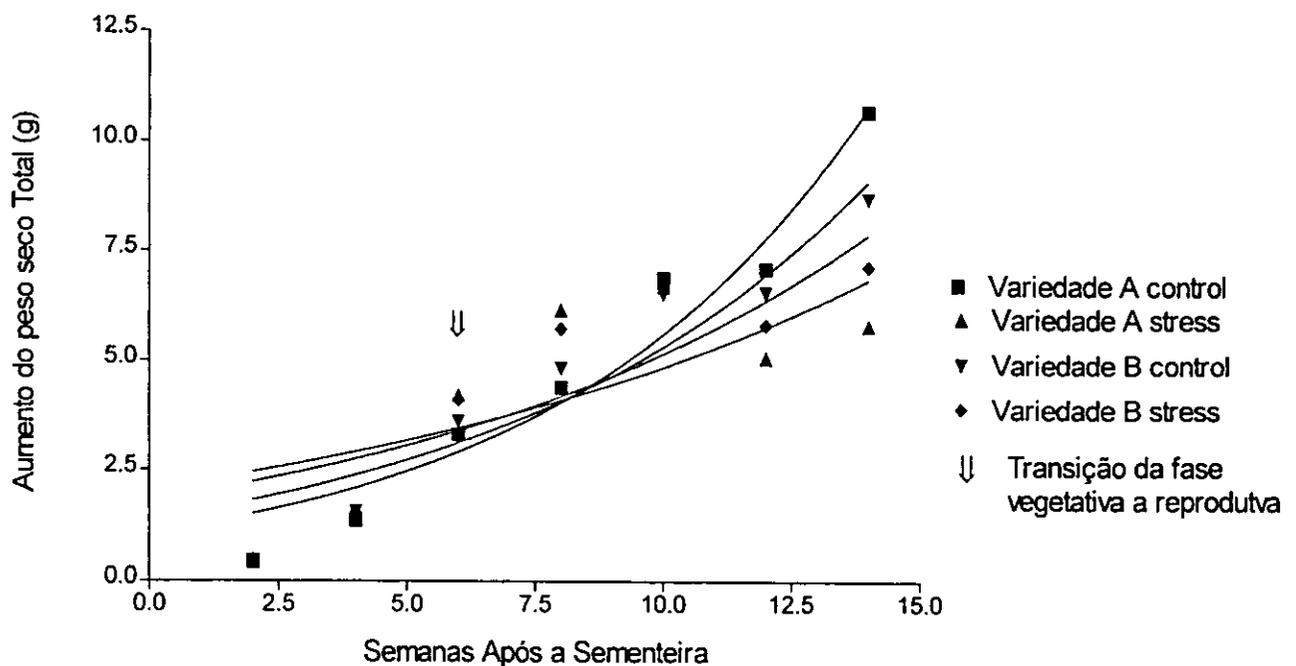


Figura 21a. Taxa de Crescimento Absoluto do peso seco total de duas variedades de feijão jago (*Vigna subterranea*).

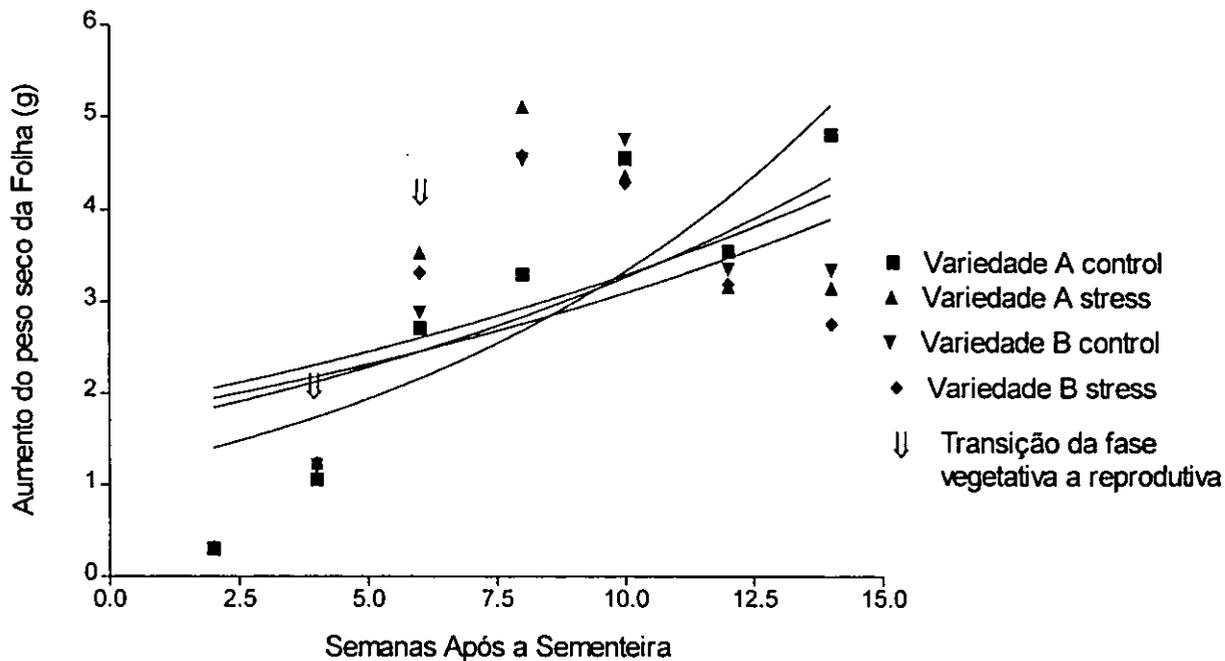


Figura 21b. Taxa de Crescimento Absoluto do peso seco da folha de duas variedades de feijão juro (*Vigna subterranea*).

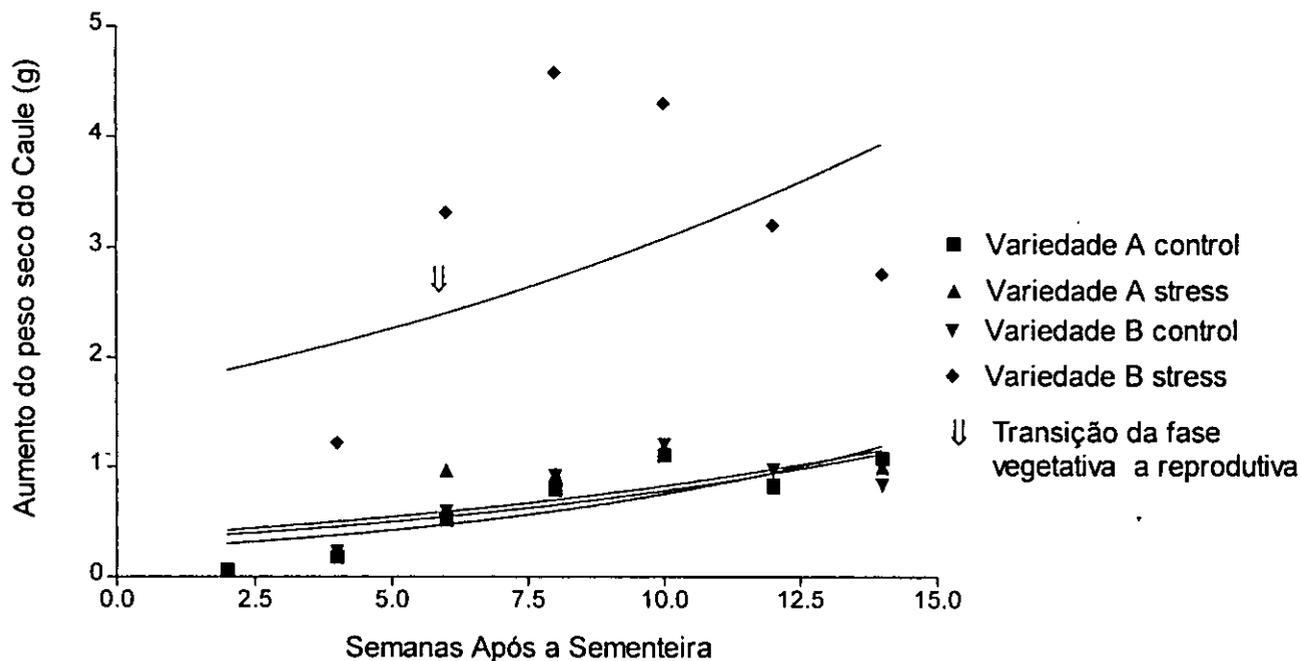


Figura 21c. Taxa de Crescimento Absoluto do peso seco do caule de duas variedades de feijão juro (*Vigna subterranea*).

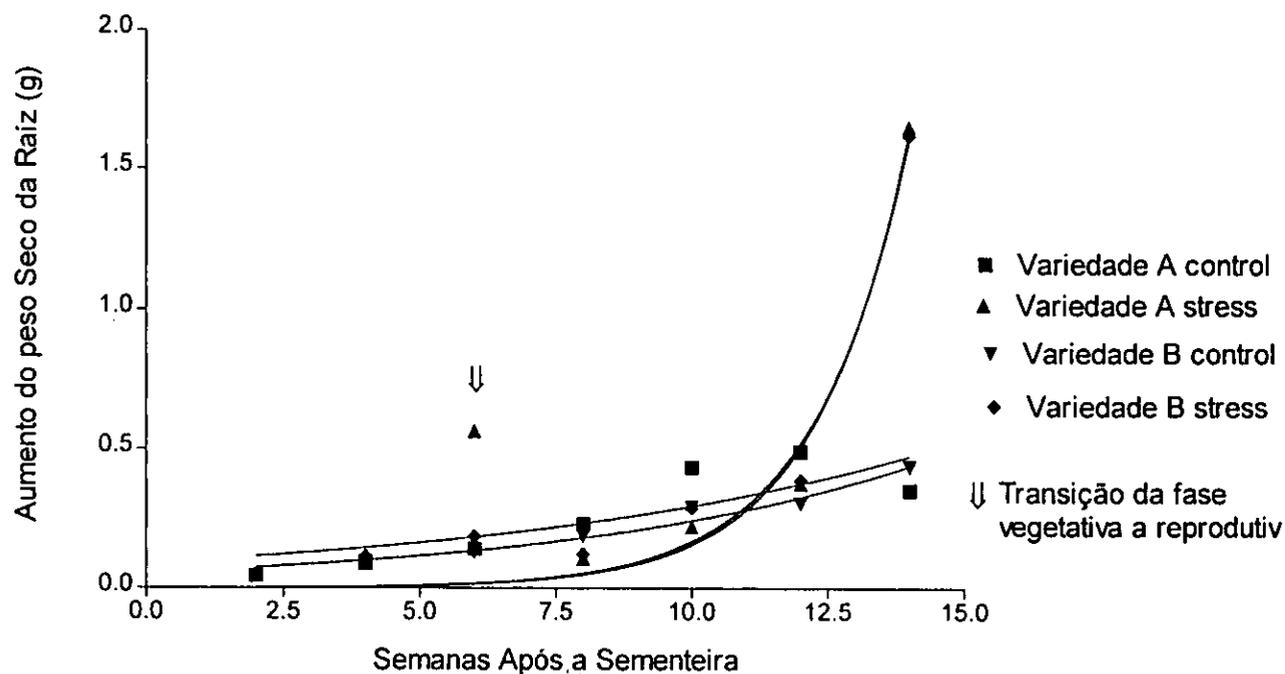


Figura 21d. Taxa de Crescimento Absoluto do peso seco da raiz de duas variedades de feijão jugo (*Vigna subterranea*).

6.9. Efeito do stress hídrico no índice de tolerância .

As duas variedades mostram em geral duas fases de tolerância, correspondendo a resposta ao stress hídrico durante a fase vegetativa e reprodutiva (fig.22a,b,c.).

O stress hídrico reduziu o índice de tolerância de todas as partes da planta nas duas variedades durante a fase reprodutiva. A variedade A, apresentou elevados índices de tolerância (baixa susceptibilidade ao stress hídrico) durante a fase vegetativa, enquanto que na fase reprodutiva o índice de tolerância é mais ou menos similar para ambas as variedades.

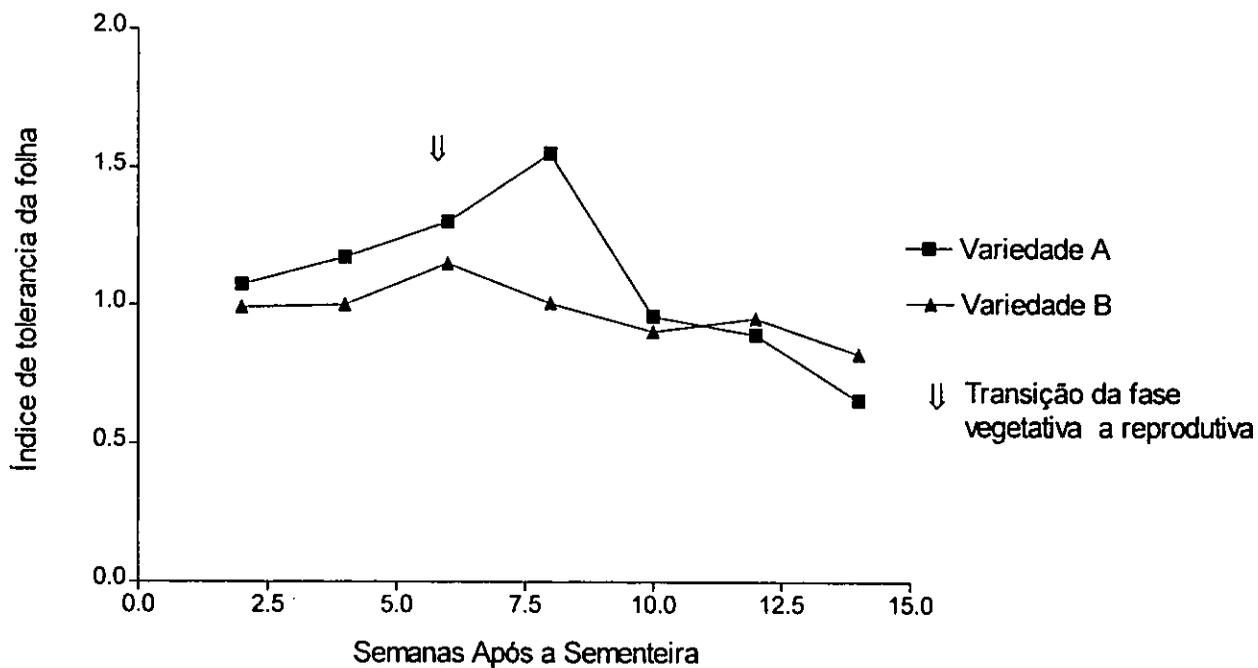


Figura 22a. Índice de tolerância da folha de duas variedades de feijão jugo (*Vigna subterranea*).

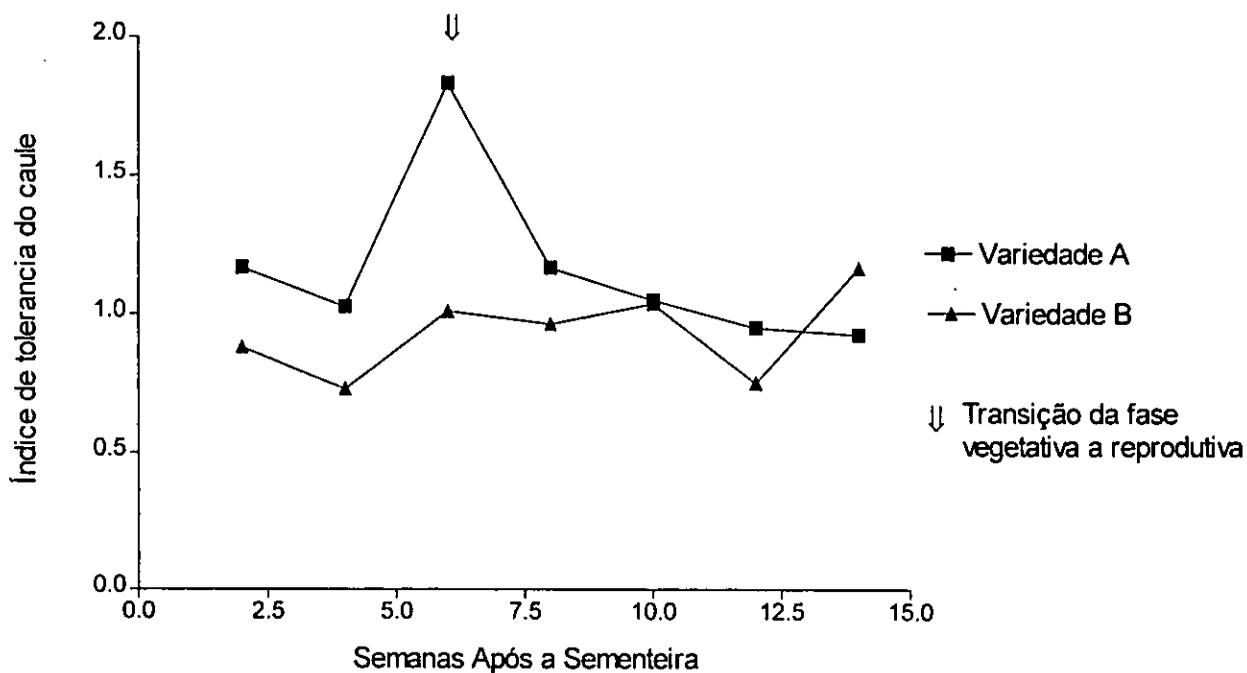


Figura 22b. Índice de tolerância do caule de duas variedades de feijão jugo (*Vigna subterranea*).

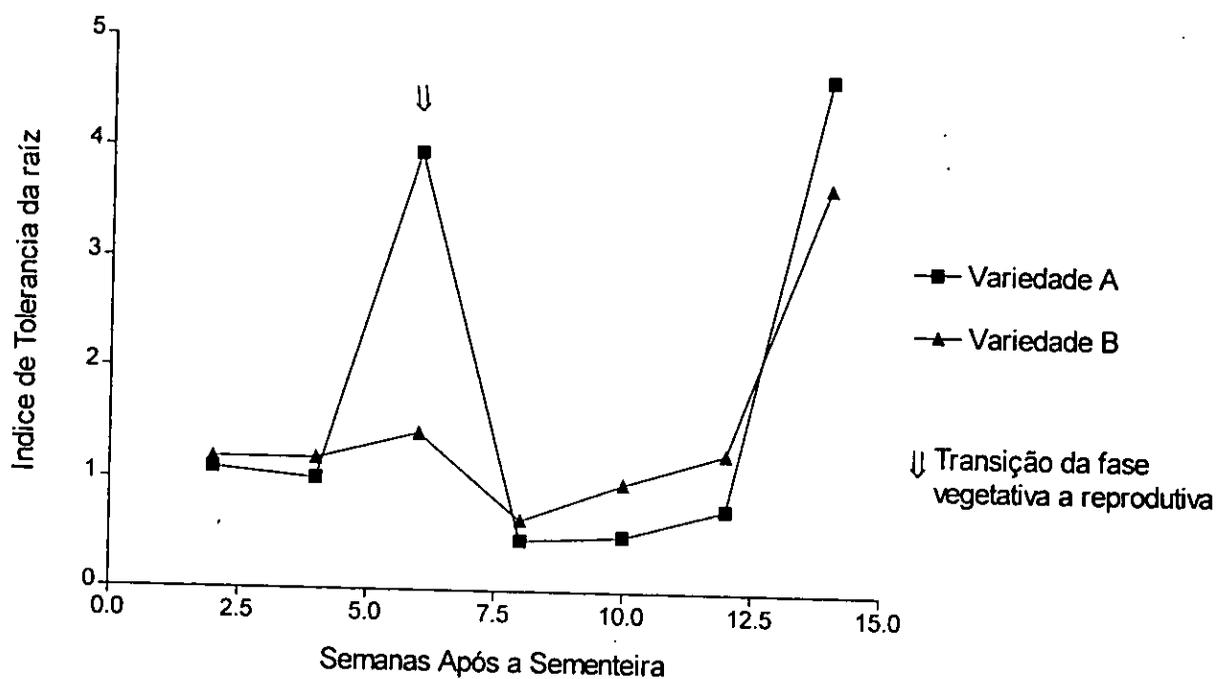


Figura 22c. Índice de tolerancia da raiz de duas variedades de feijão jago (*Vigna subterranea*).

6.10. Efeito do stress hídrico no comprimento máximo da raiz pela parte aérea e no conteúdo de água nas folhas .

6.10.1. Comprimento máximo da raiz pela área da folha.

O comprimento máximo da raiz pela área da folha permaneceu mais ou menos similar durante a fase vegetativa e reprodutiva para todos os tratamentos (fig.23).

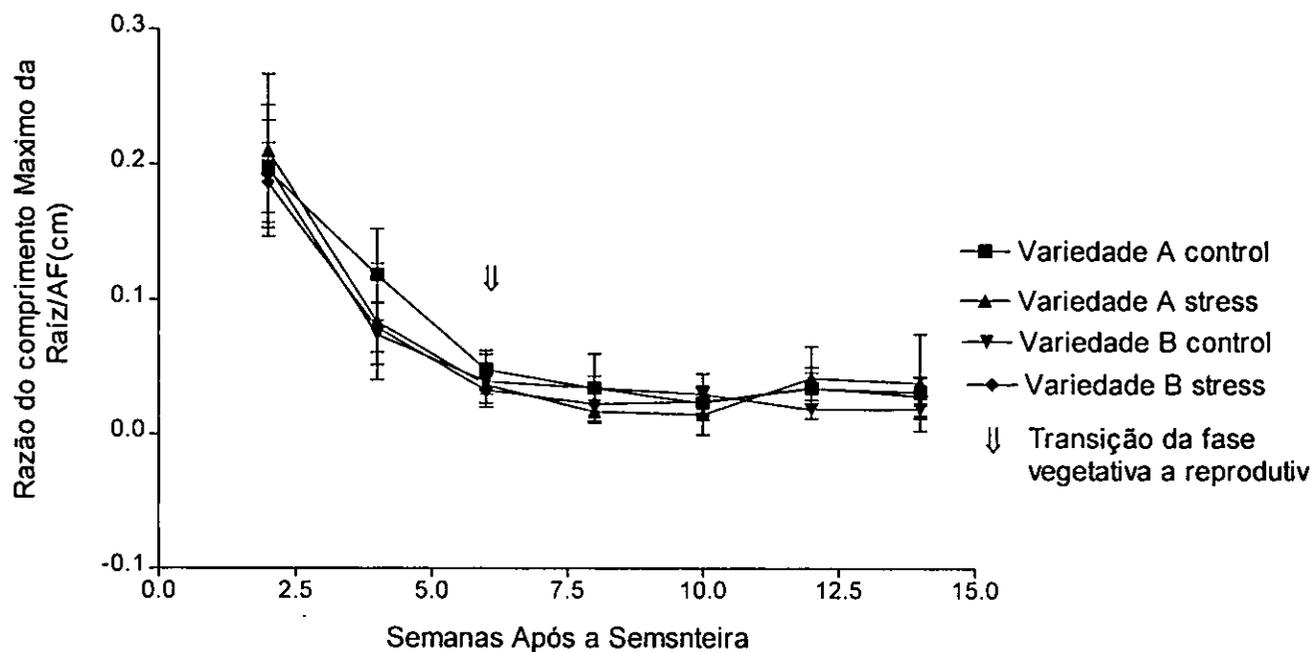


Figura 23 .Razão do comprimento máximo da raiz por área da folha de duas variedades de feijão jugo(*Vigna subterranea*).

6.10.2. Conteúdo de Água da Folha .

O stress hídrico não afectou o conteúdo de água da folha durante a fase vegetativa para todos os tratamentos (fig.24). Durante a fase reprodutiva o stress hídrico reduziu o conteúdo de água para as duas variedades.

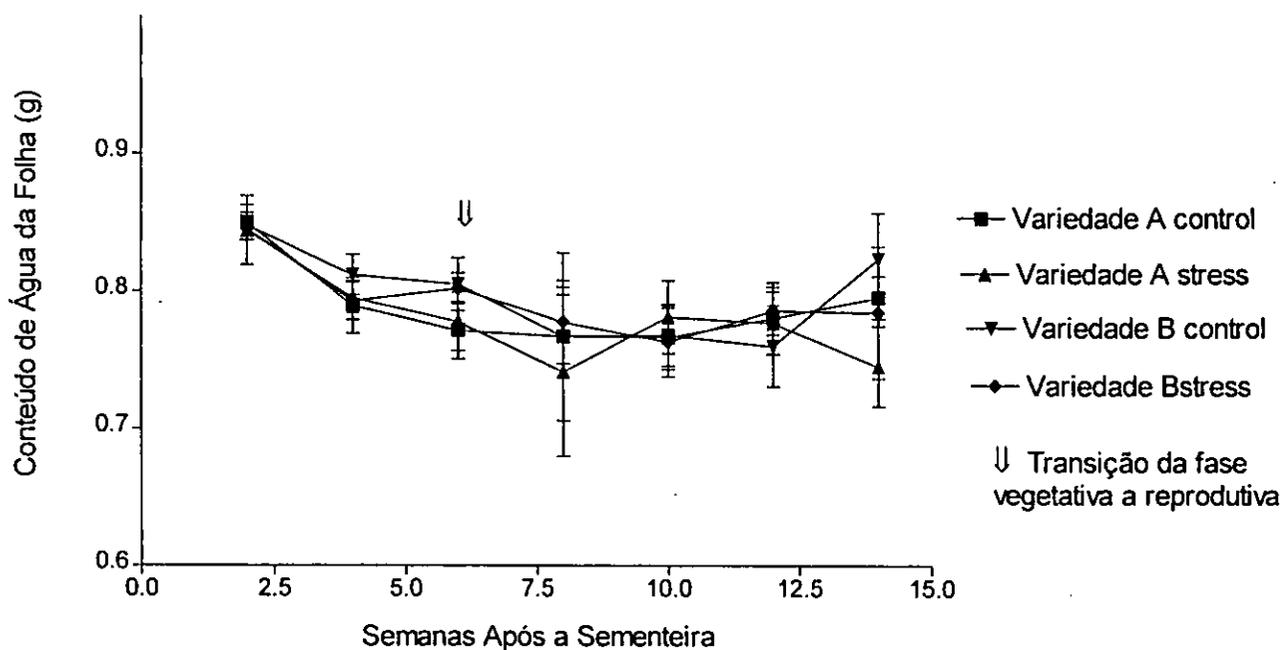


Figura 24. Conteúdo de água da folha de duas variedades de feijão jugo(*Vigna subterranea*).

6.11. Efeito do stress hídrico na produção de vagens em duas variedades de feijão jugo.

6.11.1. Número das vagens e peso seco das vagens.

O número das vagens e o peso seco das vagens por planta das duas variedades foram significativamente afectados pelo stress hídrico. O número de vagens foi reduzido em cerca de 24 % e 49 % para a variedade A e B (fig.25), respectivamente , enquanto que o peso seco das vagens foi reduzido em cerca de 29 % e 43 % para a variedade A e B, respectivamente, como mostra a (fig. 26).

As diferenças observadas no número e no peso seco das vagens para a variedade A e B foram estatisticamente significativas (Test T, $t = 1.86$, $P = 0.00674$ e $t = 6.08$, $P = 0.000$).

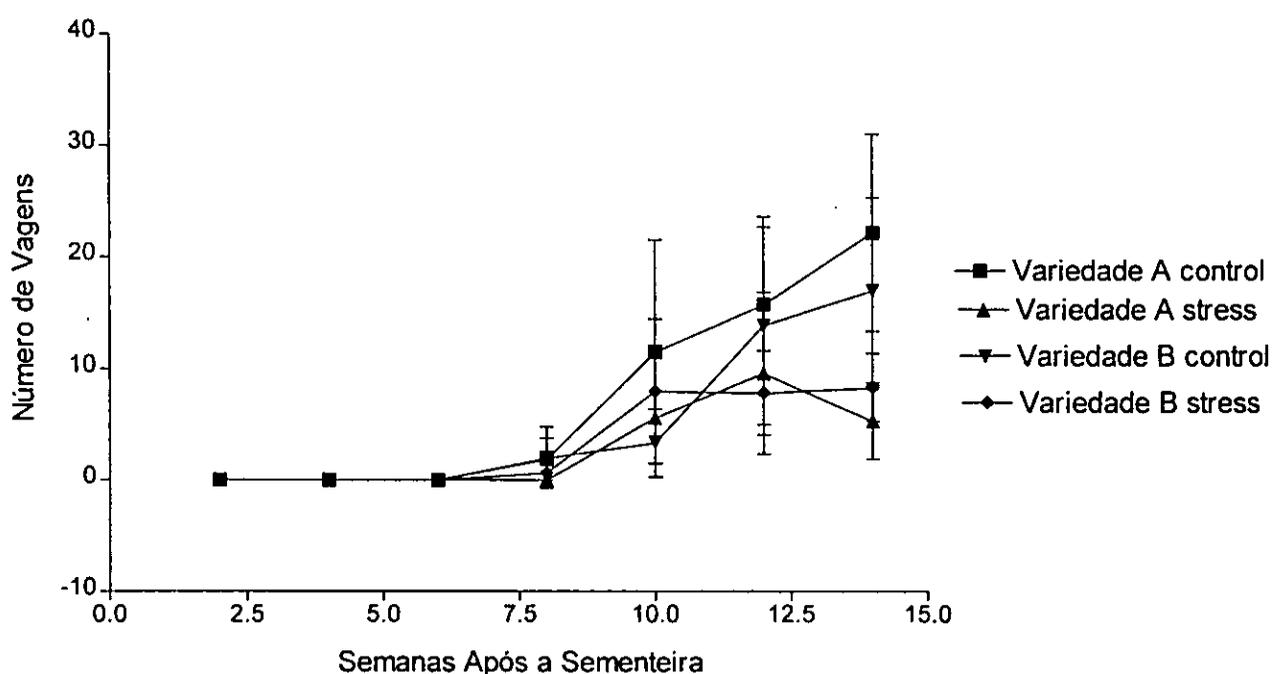


Figura 25. Número de Vagens de duas variedades de feijão jugo (*Vigna subterranea*).

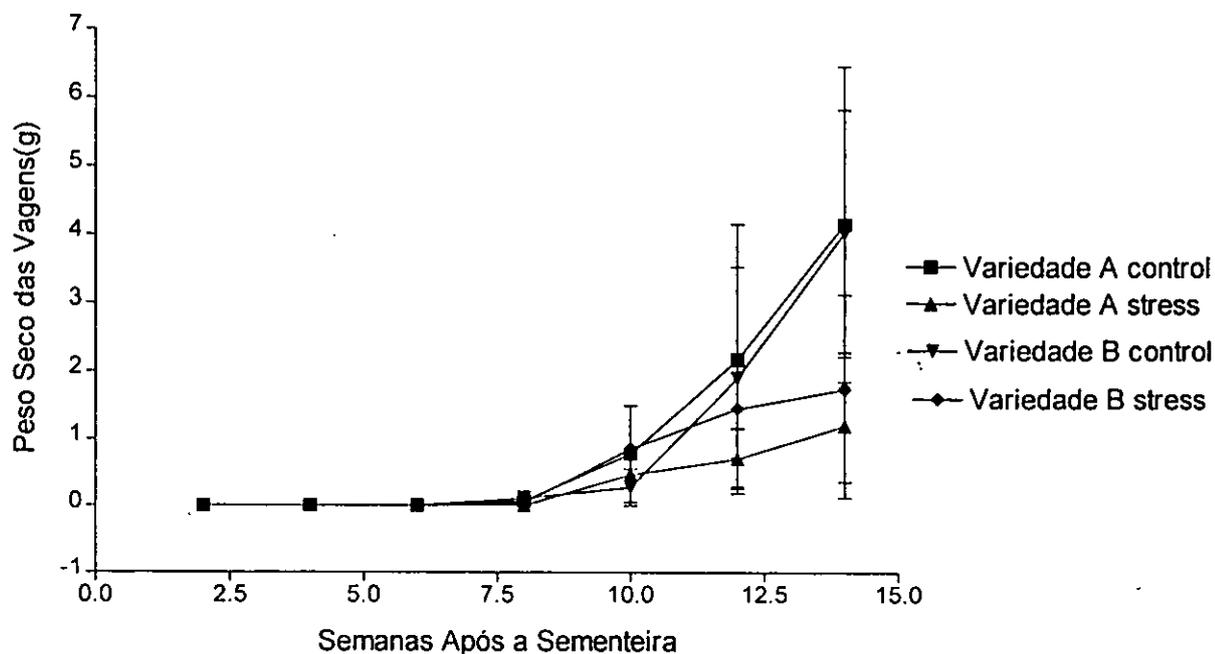


Figura 26. Peso seco das vagens de duas variedades de feijão jugo (*Vigna subterranea*).

6.11.2. Conteúdo de Água nas Vagens (CAV).

O stress hídrico afectou significativamente o conteúdo de água nas vagens da variedade A, enquanto que, a variedade B se mostrou insensível ao stress hídrico (fig.27).

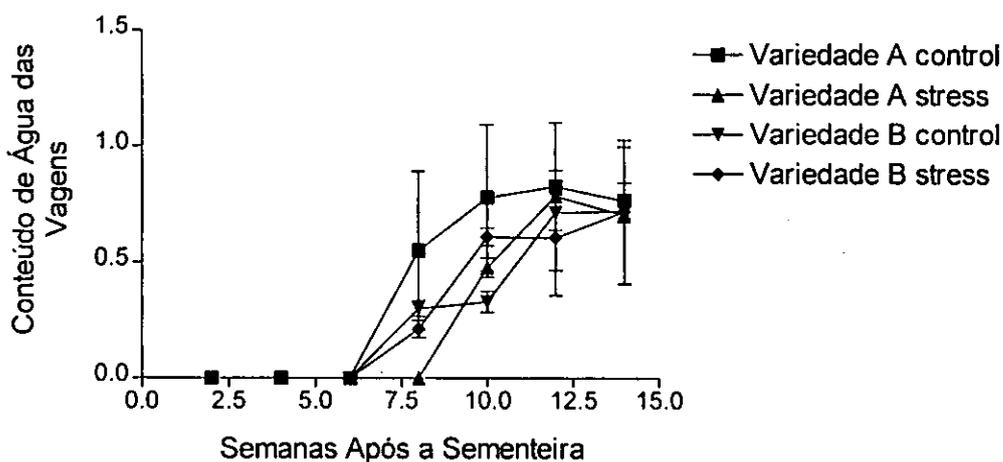


Figura 27. Conteúdo de água das vagens de duas variedades de feijão jugo (*Vigna subterranea*).

6.11.3. Efeito do stress hídrico na razão do peso das vagens.

O stress hídrico reduziu a razão do peso das vagens nas duas variedades (fig. 28).

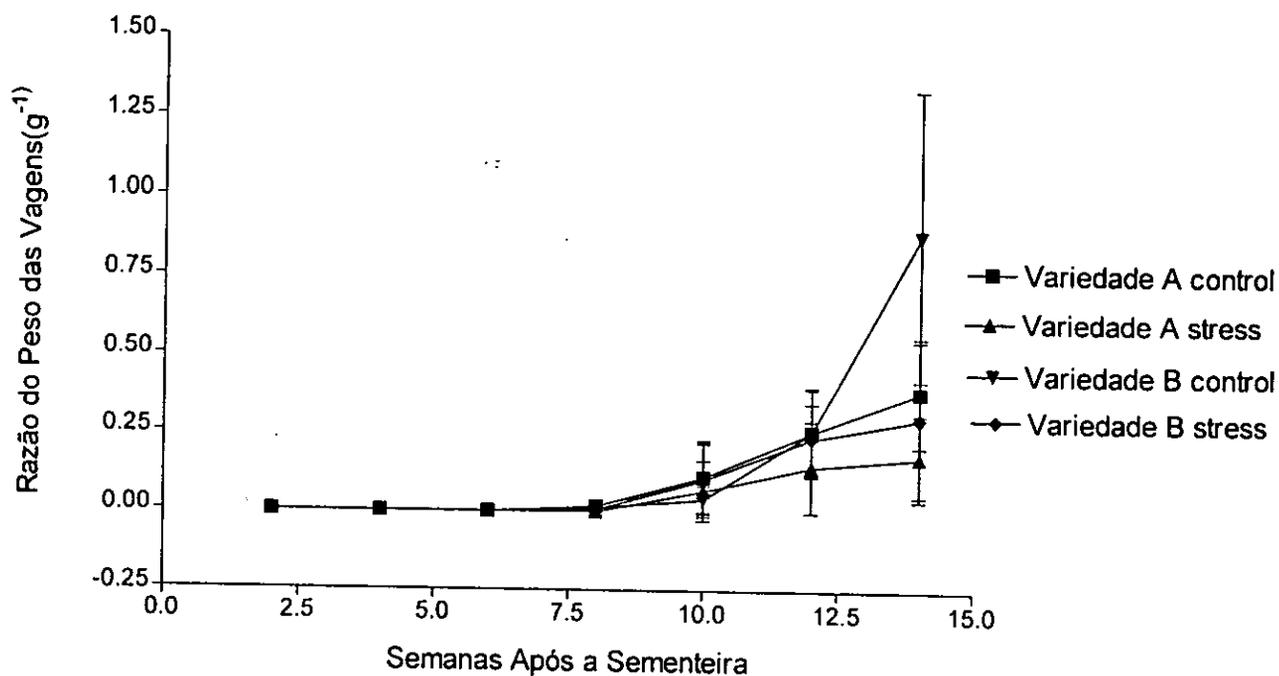


Figura 28. Razão do peso das vagens de duas variedades de feijão jugo (*Vigna subterranea*).

6.12. Distribuição final da matéria seca pelas diferentes partes da planta.

A variedade A apresentou maior peso seco da folha na fase final da experiência sob ótimas condições de irrigação. O stress hídrico reduziu o peso seco da folha das duas variedades (fig. 29).

O peso seco do caule permaneceu mais ou menos similar em todos os tratamentos, enquanto que o stress hídrico aumentou significativamente o peso seco da raiz e das vagens nas duas variedades (fig.29).

O stress hídrico reduziu significativamente o peso seco das vagens das duas variedades(fig 29).

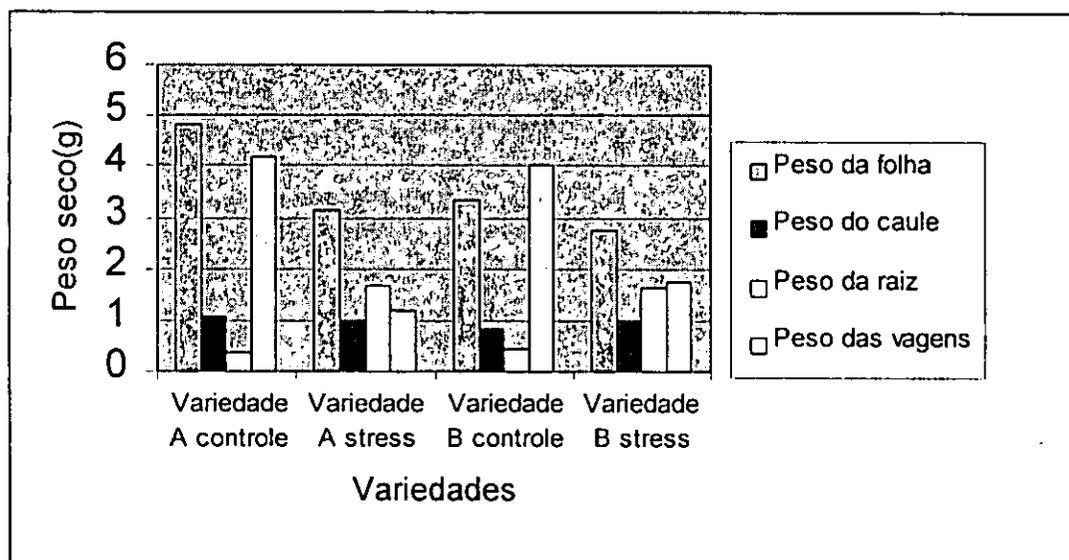


Figura 29. Distribuição final da matéria seca pelas diferentes partes da planta de duas variedades de feijão jugo (*Vigna subterranea*).

6.13. Efeito do stress hídrico na fase de floração.

No presente estudo, o aparecimento das primeiras flores verificou-se a partir da quarta semana após a sementeira, tendo sido observadas plantas cuja floração só teve início na sexta semana. o stress hídrico não afectou o início da fase de floração nas duas variedades.

7.0. Discussão.

7.1. Efeito do stress hídrico no crescimento da folha, caule e raiz.

De acordo com os pesos fresco e seco totais (fig1 e 2) observa-se que a quantidade absoluta de matéria seca produzida durante a fase reprodutiva em condições de stress hídrico é menor do que sob condições óptimas de irrigação. A percentagem de matéria seca mais ou menos similar (fig 12) mostra que enquanto as plantas em condições de stress hídrico apresentam menor peso, elas produzem uma quantidade relativamente

similar de matéria seca total. Este decréscimo na produção de matéria seca das plantas em condições de stress hídrico é claramente visível nos pesos fresco e seco da folha.

O stress hídrico reduziu o peso seco da folha durante a fase reprodutiva nas duas variedades. O decréscimo do peso da folha independentemente da área superficial da folha poderá aumentar a área específica da folha. Uma importante variável que influencia o peso seco da folha é a quantidade de água nos tecidos da folha, assim plantas com elevado conteúdo de água nas suas folhas podem manter a área superficial por folha e portanto interceptar uma grande quantidade de luz por folha, com menos investimento na biomassa (Shipley, 1995).

Os pesos fresco e seco da raiz mostraram uma resposta significativa ao stress hídrico durante a fase reprodutiva. Este resultado contrasta com Landeweert (1997), o qual encontra uma redução significativa do peso seco da raiz em duas variedades de amendoim em condições de stress hídrico. um dos factores que pode ter contribuído para o aumento do peso da raiz no presente estudo tem a ver com o método de coheita das raízes usado pois removeu-se sempre que possível todas as raízes que se encontravam nas bordas do vaso.

De acordo com Reid e Renquist (1997) o aumento do peso da raiz parece ser um exemplo mais claro do que a área da folha, mecanismo de adaptação mais avançado para adquirir nutrientes em condições de stress hídrico. As plantas em condições de stress hídrico investem relativamente mais recursos no crescimento das suas raízes do que no crescimento da parte aérea , resultando em elevada razão do peso da raiz e a razão do peso da raiz pela parte aérea para as duas variedades (fig 13 e 14).

Nyamudeza, 1989 citado por Collinson (1996), observou que o feijão jugo aloca uma grande fracção da sua matéria seca para as raízes em relação ao amendoim. Esta estratégia tem uma vantagem clara quando a água é escassa mas pode ser desvantajosa quando a água é abundante, porque a maior assimilação é alocada para as raízes do que para a superfície fotossintética ou estruturas reprodutoras.

7.2. Efeito do stress hídrico no número de folhas e na área da folha.

Vários estudos tem demonstrado que a acumulação de matéria seca é proporcional a perda de água pela transpiração. No presente estudo o stress hídrico não afectou o número e a área da folha nas duas variedades . Este resultado contrasta com Landweert (1997), o qual encontra uma redução significativa do número e área da folha em condições similares em duas variedades de amendoim.

O número e a área da folha nas duas variedades não foram afectads pelo stress hídrico devido provavelmente as condições ambientais da estufa (temperatura e radiação fotossintética), uma vez que estas não estavam uniformemente distribuidas. Este factor pode ter contribuido para um crescimento heterogenio da largura das folhas de algumas plantas, sobretudo as plantas sujeitas ao stress de luz.

A área da folha joga um papel importante na determinação do uso de água e absorção de carbono pela planta, podendo ser inibida quando submetida ao stress hídrico e esta inibição é devido a deterioração do conteúdo de água da folha (Boyer, 1985).

7.3. Efeito do stress hídrico na nodulação.

A fixação de nitrogénio foi medida usando o número de nódulos, embora, Wang *et al.*, 1993 citado por Quilambo em preparação, indica que o peso dos nódulos seja uma medida confiável para predizer a fixação potencial de nitrogénio do que o número de nódulos. O stress hídrico não afectou a produção de nódulos na variedade B, este resultado contrasta com os dados encontrados por Kulkarni *et al.* (1980ab), o qual encontra uma redução significativa do número de nódulos em condições de stress hídrico em duas variedades de amendoim. O stress hídrico pode reduzir a fixação do nitrogénio pela acção directa nos nódulos e este efeito pode ser agravado pela inabilidade das fohas em condições de stress fornecerem fotossintatos para os nódulos, os quais são intolerantes ao stress hídrico (Antolin *et al.*, 1995).

7.4. Acumulação de matéria seca total.

A percentagem de matéria seca total permaneceu mais ou menos similar para todos os tratamentos. Este resultado condiz com o encontrado por Landeweert (1997), o qual analisa duas variedades de amendoim nas mesmas condições. O resultado observado deve-se ao facto do stress hídrico afectar de uma forma diferente a percentagem de matéria seca das varias partes da planta sendo esta influência mais pronunciada nas raízes, folhas e vagens.

A Razão do Peso da Folha (RPF) reflete a habilidade da planta em manter um desenvolvimento normal (Fitter e Hay, 1981). O decréscimo da RPF durante a fase reprodutiva indica que houve mudanças no padrão de alocação de substâncias, investindo uma grande quantidade de substâncias no desenvolvimento das vagens.

A redução da razão do peso do caule observada em condições de stress hídrico, durante a fase reprodutiva, indica que as plantas nestas condições investem maior parte da matéria para as raízes e formação das vagens em relação a parte aérea. Este facto pode ser confirmado pela elevada razão do peso da raiz observada durante esta fase de crescimento.

A Razão do Peso da Raiz (RPR) é um parâmetro importante na absorção de nutrientes (Farrar, 1996). A elevada razão do peso da raiz observada ao longo da experiência demonstra que houve mudanças na distribuição da biomassa, aumentando a proporção da absorção de água e diminuindo a proporção da perda de água (Kalopos, *et al.*, 1996).

A correlação positiva e significativa encontrada entre a taxa de crescimento relativo e a razão do peso da raiz , indica que o crescimento está directamente ligado ao sistema de raízes profundas.

7.5. Taxa de Crescimento Relativo (TCR).

A Taxa de Crescimento Relativo (TCR) durante a fase vegetativa mostrou um aumento significativo em condições de stress hídrico, sendo este aumento mais pronunciado nas

raízes. Este facto pode ser explicado pela elevada acumulação de matéria seca e maior alocação de matéria para as raízes nesta fase.

Segundo Lamberts e Poorter (1996) plantas com elevada TCR apresentam uma elevada plasticidade fisiológica e morfológica e que lhes permite maior adaptabilidade ao stress hídrico.

Na fase reprodutiva, o stress hídrico reduziu significativamente a Taxa de Crescimento Relativo de todas as partes da planta com a excepção da raiz em que a TCR continuou a aumentar. O decréscimo da TCR em condições de stress hídrico, nesta fase, pode ser devido maioritariamente a acelerada senescência da folha e ao decréscimo da área fotossintética, que funciona como um mecanismo de aclimação para resistir ao stress hídrico reduzindo a transpiração (Simane *et al.*, 1993).

A vantagem das variedades possuírem baixas TCR em condições de stress hídrico é devido a baixa exigência em termos de conteúdo de água e portanto as reservas de água do solo não serão esgotadas (Chapin, 1980 e Lamberts e Poorter, 1996).

As taxas de crescimento relativo foram diferentes para as várias partes da planta, o que pode estar relacionado com o facto das partes da planta não estarem envolvidas de uma forma similar na síntese de novas substâncias, já que alguns materiais são catabolizados ou armazenados (Noggle e Fritz, 1983).

Simane *et al.* (1993) recomendam que os componentes da TCR são mais importantes, do que a TCR por si só, para a selecção em ambientes secos. Por isso, é importante identificar a associação dos componentes morfológicos e fisiológicos da TCR que podem facilmente ser usados em programas de reprodução.

7.6. Principais componentes da Taxa de Crescimento Relativo.

A Razão da Área da Folha (RAF) representa o aumento da capacidade fotossintética durante o período de crescimento. O decréscimo da razão da área da folha em condições

de stress hídrico pode ser devido a elevada alocação de biomassa para as raízes. Isto corresponde com a comum observação de que em condições de stress hídrico, o crescimento da folha é mais reduzido que o da raiz (Brouwer, 1962 citado por Van den Boogaard *et al*, 1996).

A Taxa de Assimilação Aparente (TAA) é expressa como o balanço entre o ganho de carbono (fotossíntese) e a perda de carbono (respiração) (Cramer *et al.*, 1994). O stress hídrico pode reduzir a Taxa de Assimilação Aparente de duas formas: (i) reduzindo a taxa fotossintética e (ii) aumentando a taxa de respiração, uma outra razão pode estar ligada ao facto de a fotossíntese não ser restrita somente as folhas, mas também ocorrer nas outras partes da planta (Simane *et al.*, 1993 e Van den Boogaard *et al.*, 1996).

A elevada Taxa de Assimilação Aparente observada na fase final da experiência deve-se provavelmente a grande alocação de biomassa para as raízes, mas esta relação não é uniforme devido a diferença na eficiência do uso dos recursos (Kalopos *et al.*, 1996). Uma outra razão pode estar ligada ao elevado ganho de carbono fotossintético por unidade de área da folha (Van den Boogaard *et al.*, 1996).

7.7. Efeito do stress hídrico na Área Específica da Folha (AEF) e Peso Específico da Folha (PEF).

A área Específica da Folha (AEF) decresceu durante a fase vegetativa, para todos os tratamentos. Este facto pode ser explicado pela elevada concentração de matéria seca nas folhas observada na presente experiência.

Segundo Fitter e Hay (1981) a redução da área específica da folha é um mecanismo de adaptação ao stress hídrico. Embora, a redução da Área Específica da Folha e o aumento da dissecação da folha resultam na redução da área de transpiração.

O stress hídrico aumentou significativamente a área específica da folha, durante a fase reprodutiva. Este resultado está de acordo com Landeweert (1997), o qual encontra um aumento significativo da área específica da folha na fase final da experiência em duas

variedades de amendoim.

Com o aumento da área específica da folha em condições de stress hídrico as folhas tornaram-se menos espessas na fase final da experiência. Isto provavelmente indica que as plantas foram sujeitas a uma certa quantidade de stress de luz, sendo a área específica da folha conhecida como uma resposta a este factor ambiental. Uma outra razão para o decréscimo da AEF pode estar ligada a mudança na alocação de matéria seca das folhas para as vagens.

7.8. Efeito do stress hídrico na taxa de crescimento absoluto.

A taxa de crescimento absoluto representa o aumento do peso das diferentes partes da planta ao longo do tempo (Landeweert, 1997).

O aumento da taxa de crescimento absoluto do caule durante a fase vegetativa pode ser devido provavelmente ao crescimento heterogénio de algumas plantas (das 8 plantas colhidas) causado pela distribuição não uniforme das condições ambientais, este facto pode ter afectado o valor médio total das plantas e consequentemente a taxa de crescimento absoluto. Este aumento da taxa de crescimento absoluto poderá tratar-se de um facto não real.

A redução da taxa de crescimento absoluto para as diferentes partes da planta (planta total, folhas, raízes) durante a fase reprodutiva deveu-se provavelmente a mudanças na distribuição da matéria seca durante esta fase sendo transportada das folhas para as vagens.

7.9. Efeito do stress hídrico no índice de tolerância.

O presente estudo indica que a variedade A apresentou baixa susceptibilidade ao stress hídrico em relação a variedade B. Esta variedade mostra um elevado índice de tolerância (baixa susceptibilidade ao stress hídrico) para o peso seco da raiz o qual provavelmente indica o mecanismo de adaptação dessas variedades para aumentar o crescimento da

raíz e manter o ajuste osmótico (Maiti *et al.*, 1996).

7.10. Efeito do stress hídrico no comprimento máximo da raíz pela parte aérea e no conteúdo de água nas folhas.

O comprimento máximo da raíz pela parte aérea permaneceu mais ou menos similar ao longo da experiência, este facto sugere que a raíz funciona como é um parâmetro importante para as plantas em condições de stress hídrico em relação a parte aérea (Bhagsari *et al.* 1976).

Em condições de stress hídrico o conteúdo de água da folha declinou nas duas variedades como resultado da perda de água pela transpiração excedendo a absorção de água do solo. A magnitude da diferença na perda e absorção de água é parcialmente controlada pela condutância das raízes e do xilema (Hsaio, 1973 e Boyer, 1985 citados por Fernández, 1996).

7.11. Efeito do stress hídrico na produção de vagens.

O número e o peso total das vagens foi maior em óptimas condições de irrigação. A maior produção de vagens observada, indica que as vagens são também consideradas um potencial não explorado para culturas sob ambientes mais favoráveis nos quais crescem. A reduzida produção de vagens em condições de stress hídrico foi provavelmente consequência da reduzida disponibilidade de produtos assimilatórios para a translocação (Collinson, 1996).

Segundo Bhagsari *et al.* (1976) e Boote *et al.* (1976), a produção e adição de vagens tem sido referidas como mais sensíveis ao stress hídrico. O efeito inclui a redução na penetração dos ginóforos , alongação dos ginóforos, devido ao baixo potencial de água do solo e acumulação de sacarose.

A Razão do Peso das Vagens foi elevada em condições de óptima irrigação. Este

resultado era esperado uma vez que a razão do peso das vagens representa a proporção do primeiro estágio reprodutivo que desenvolve-se dentro das vagens (Collinson *et al.*, 1996).

O stress hídrico reduziu a razão do peso das vagens devido provavelmente a deterioração de alguns ginóforos antes do início da formação das vagens (Collinson *et al.*, 1996).

7.12. Distribuição final da matéria seca pelas diferentes partes da planta.

A redução do peso das folhas na fase final da experiência deveu-se provavelmente a mudança na alocação de substâncias, pois esta fase é caracterizada pela paralização de todos os processos anabólicos dependentes da fotossíntese, para dar início a uma fase de senescência que se reflecte, pela paralização da produção da matéria orgânica.

A redução do peso das vagens durante esta fase pode estar ligada ao facto das plantas em condições de stress hídrico, investirem uma grande quantidade de matéria seca para as suas raízes, o que pode ser confirmado pelo aumento do peso da raiz observado durante este período.

7.13. Efeito do stress hídrico na fase de floração.

A variação observada no início da floração pode ser devido provavelmente as diferenças nas condições ambientais a que as plantas estavam sujeitas (Sing *et al.*, 1988), uma vez que as condições ambientais da estufa não estavam uniformemente distribuídas. Segundo Noggle e Fritz (1983), a fase de floração está directamente relacionada com o comprimento do dia.

Na transição da fase vegetativa a reprodutiva foi notável o emurchecimento de algumas plantas o que provavelmente pode estar ligado a um ataque por termites ou fungos, este facto pode ter contribuído para a redução do peso das plantas nesta fase.

8.0. Conclusões.

- As duas variedades apresentam diferentes padrões de crescimento em condições de stress hídrico.
- A variedade A apresentou uma elevada Taxa de Crescimento Relativo durante a fase vegetativo em condições de stress hídrico.
- Na fase reprodutiva a taxa de crescimento relativo foi mais ou menos similar para as duas variedades.
- Os parâmetros relacionados a resistência a seca foram : o peso da raiz, razão do peso da raiz, área da folha e o conteúdo de água nas folhas.
- A percentagem de matéria seca total da duas variedades foi menos sensível ao stress hídrico durante as duas fases de crescimento.
- A variedade A, apresentou baixa susceptibilidade ao stress durante a fase vegetativa.
- As duas variedades apresentaram índices de tolerância mais ou menos similar durante a fase reprodutiva.

9.0. Recomendações.

- As duas variedades apresentaram índices de tolerância mais ou menos similares durante a fase reprodutiva e conseqüentemente a percentagem de matéria seca nestas variedades mostrou-se menos sensível ao stress hídrico, deste modo, recomenda-se o cultivo destas variedades na zona sul de Moçambique (solos franco-

arenosos) de modo a serem atingidos elevados índices de produção em condições de seca severa.

- A estufa e o solo usados para o crescimento das plantas não reuniam condições necessárias o que levou a que estas sofressem um ataque por fungos e termites. Isso afectou a fase de transição da fase vegetativa a fase reprodutiva, recomenda-se a limpeza e lavagem da estufa antes da sementeira e o uso de insectisidas na fase de crescimento.
- A falta de um laboratório próximo a estufa pode ter contribuído para o emmurhecimento das plantas influenciando os resultados observados particularmente os pesos frescos e conteúdo de água nas plantas, deste modo recomenda-se a pesagem imediata após a colheita das plantas.
- As condições ambientais na estufa não estavam uniformemente distribuídas, este facto pode ter influenciado no crescimento das plantas, daí recomenda-se a rotação dos vasos de modo a permitir uma absorção homogénia .

10.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Antolin, M.C.; Yoller, J. & Sanchez Diaz, M.(1995). Effects of Temporary Drought on Nitrate Feed and Nitrogen-fixing Alfalfa Plants. Plant Science. 107:159-165.
- Bhagsari, A. S.; R. H. Brown; & J .S .Scheppers. (1976). Effect of Moisture Stress on Photosynthesis and Some Related Physiological Characteristics in Peanuts. Crop Science. 16:712-715.

- Boote, K. J.; Varnell, R.J. & Duncan, W.G. (1976). Relationship of Size, Osmotic Concentration and Sugar Concentration of Peanut Pods to Soil Water. Proc. Soil and Science Fla. 35: 47-50.
- Boyer, J. S. (1985). Water Transport. Annual Rev Plant Physiology. 36: 437-516.
- Brough, S.H. ; S.N. Azam-Ali & A.J.Taylor (1993). The Potential of Bambara Groundnut (*Vigna subterranea*) in Vegetable Milk Production and Basic Protein Functionality systems. Food Chemistry. 47:277-283.
- Chapin, F. F. (1983). Ecological Aspects of Plant Nutrition. Adv. Min. Nutr. 3: 161-191.
- Collinson, S.T. ; S.N. Azam-Ali ; K.M. Chavula. & A. Hodson. (1996). Growth, Development and Yield of Bambara Groundnut (*Vigna subterranea*) in Response to Soil Moisture. Journal of Agricultural Science. Cambridge. 126: 307-318.
- Collinson, S.T. ; E.J. Clawson; S. N. Azam-Ali & C. R. Black. (1997). Effects of Soil moisture Deficits on the Water Relations of Bambara Groundnut (*Vigna Subterranea* L.Verdc). Journal of Experimental Botany. 48: 877-884.
- Cramer, G. R.; G. J. Alberico & C. Shimidt (1994). Leaf Expansion Limits Dry Matter Accumulation of Salt Stressed Maize. Australia Journal Plant Physiology. 21: 63-74.
- Ferri,M.G. (1979). Fisiologia Vegetal 1. segunda edição. 362 pp. São Paulo. Editora pedagógica e universitária LTDA.
- Fernández, C. J.; K. J. Mcinnes & J. T. Cothren (1996). Water Status and Leaf Area Production in Water - and Nitrogen- Stressed Cotton. Crop Science. 36:1225-1233.
- Fitter, A.H. & R. K. M. Hay. (1981). Environmental Physiology of Plants. 355 pp. New York. Academic Press. ISBN o 12 257760 4.

- Fower, J. & Cohen, L. (1990). Practical Statistics for Field Biology. (1990) 227 pp. New York. e USA. John Willey & Sons. ISBN 0 471932191.
- Garnier', E. & G. Laurent (1994). Leaf Anatomy, Specific Mass and Water Content in Congeneric Annual and Perennial Grass Species. New Phytol. 128:725-736.
- Heemskerk, W. ; J.R. Simango & A. Leonardo. (1987). Resultados de Investigação de Leguminosas de Importância secundária. 139 pp. Maputo. INIA.
- Kay, D.E. (1979). Food Legumes. 435pp. London. Tropical Products Institute. ISBN 0 85954 085.
- Kalopos, T.; R. Van den Boogaard & H. Lambers (1996). Effect of Soil Drying on Growth, Biomass Allocation and Leaf Gas Exchange of Two Annual Grass Species. Plant and Soil. 185:137-149.
- Kishinevsky, B. D., M. Zur; Y. Friedman, G. Meromi. E. Ben-Moshe & C. Nemas. (1996). Variation in Nitrogen Fixation and Yield in Landraces of Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* L.). Field Crops Research. 48: 57-64.
- Lambers, H. & H. Poorter. (1992). Inherent Variation in Growth Rate between Higher Plants. Advances in Ecological Research. 23:187-261.
- Landeweert, R. (1997). Effects of Drought- stress on the Development of VA Mycorrhizas and Growth of Groundnut (*Arachis hypogea* L.). Post-doctoral Project. UEM. 33pp.
- Linnemann A. R. & P. Q. Craufurd. (1994). Effects of Temperature and Photoperiod on Phenological Development in Three Genotypes of Bambara Groundnut (*Vigna Subterranea*). Annals of Botany. 74:675-681.

- Maiti, R. K. ; L. E. D. Amaya; S. I. Cardona; A. M. O. Dimas; M. D. De Rosa-Ibarra & H. De Leon Castillo. (1996). Genotypic Variability in Maize Cultivars (*Zea mays* L.) for Resistance to Drought and Salinity at the Seedling Stage. Journal Plant Physiology. 148:741-744.
- Nilsen, E.T. & D. M. Orcutt (1996). Physiology of Plants Under Stress. New York. John Willey & Sons, Inc. ISBN 0 471 03512 6.
- Nwokolo, E. & J. Smartt. (1996). Food Feed From Legumes and Oilseeds. First Edition. 419 pp. Lond. Chapman and Hall. ISBN 0 412 45930 2.
- Purselove, J.W. (1968). Tropical Crops Dicotyledons. 719 pp. Singapore. Longman. ISBN 0 582 46666 0.
- Reid, J.B. & A. R. Renquist (1997). Enhance Root Production as a Feed-forward Response to Soil Water Deficit in Field-Grown Tomatoes. Australia Journal. Plant Physiology. 24:685-692.
- Smartt, J. (1990). Grain Legumes : Evolution and Genetic Resources. 379 pp. New York. Cambrigde. ISBN 0 521 30797 X.
- Simane,B. ; J.M. Peacock & P.C. Struik (1993). Differences in Developmental Plasticity and Growth Rate Among Drought-Resistent and Susceptible Cultivars of Durum Wheat (*Triticum turgidum* L.Var.durum). Plant and Soil. 157:155-166.
- Shipley, B. (1995). Structured Interspecific Determinants of Specific Leaf Area in 34 Species of Herbaceous Angiosperms. Functional Ecology. 91:312-319.
- Tardieu, F. (1996). Drought Perception by Plants: Do Cells of Droughted Plants Experience Water Stress? Plant Growth Regulation. 20: 93-104.

- Van den Boogaard, R.; M. de Boer; E. J. Veneklaas & H. Lambers.(1996). Relative Growth Rate, Biomass Allocation Pattern and Water Use Efficiency of Three Wheat Cultivars During Early Ontogeny as Dependent on Water Availability. Physiologia Plantarum. 98: 493-504.
- Webb, N. & R. Blackmore. (1985). Statistic for Biologists. 106 pp. Great Britain. Cambridge university Press. ISBN 0 521 31712 6.

Anexos

ANEXOS.

Anexo 1. Classificação e Descrição morfológica do feijão jugo (*Vigna subterranea*).

• Classificação Taxonomica e Botânica.

Vigna subterranea (.L.) verdc., vulgarmente conhecida por feijão jugo, é uma dicotiledónea, pertencente a:

Ordem: Rosales

Família: Fabaceae

Sub-família: Papilionoidae

Género: *Vigna*

Especie: *subterranea*

O feijão jugo é considerado uma das culturas mais antigas de Moçambique, isto não só é provado pelo grande número de nomes locais existentes mas também pelos costumes tradicionais (Bantus) em relação a este feijão (Heemskerk *et al.*, 1987).

• Clima e Solos.

O feijão jugo tolera solos pobres e climas quentes, em solos já esgotados pode produzir mais que o amendoim. Embora adaptado a muitos diferentes tipos de solos, o jugo se adapta melhor aos solos franco-arenosos bem drenados, pode porem ser cultivado em solos pobres já inaptos para o amendoim (Kay, 1979).

• Descrição Morfológica.

O feijão jugo é uma herbácea anual, ramificada, com caule prostrado ou rastejante, apresentando cerca de 10 a 15 cm de comprimento , mas mostrando um largo limite no habito de crescimento. As folhas são trifoliculares, alongadas ou lanceolatas, com cerca de 2,5 a 7,5 cm de comprimento e 0,8 a 3 cm de largura. O pecíolo é fino e a base pode ser cor de rosa, purpura ou azul-verde (fig IA) (Kwokolo e Smartt, 1996).

As flores são tipicamente papilionacea e são suportadas por um racimo ou pedunculo peludo o qual resulta a partir de nós no caule, possuem petalas brancas-amareladas, amarelas ou rosa avermelhadas (fig IB) (Kay, 1979).

As vagens são subterraneas, com um habito similar ao amendoim, redondas ou ovais, duras e enrugadas, com cerca de 1,25 a 2,5 cm de diametro, contendo 1 ou mais sementes (Kay, 1979).

As sementes são redondas ou ovais, lisas, duras, com um tamanho de cerca de 0.15g a 1.20g (fig IC) (Kay, 1979 e Kwokolo e Smartt, 1996).



Fig I. Estrutura morfológica do feijão jugo (*Vigna subterranea*) .A - componentes da planta, B- Flores, C- sementes.

Anexo 2a. Médias dos pesos frescos e secos da folha, caule e raiz de duas variedade A, em óptimas condições de irrigação.

SAS	Ff	Caf	Rf	Fs	Cas	Rs
2	2.013	0.425875	0.592625	0.302	0.054	0.045375
4	5.042875	1.030625	0.817125	1.05475	0.185125	0.08975
6	11.79075	2.472	1.272125	2.7085	0.525375	0.14225
8	14.98738	3.389375	1.10275	3.29725	0.792625	0.231375
10	19.5665	4.96625	8.17075	4.558375	1.103625	0.43675
12	16.34763	4.361375	4.981875	3.552875	0.863	0.492375
14	24.09688	6.045	4.868375	4.80925	1.073125	0.353875

Anexo 2b. Médias dos pesos frescos e secos da folha, caule e raiz de duas variedades A, em condições de stress hídrico.

SAS	Ff	Caf	Rf	Fs	Cas	Rs
2	2.11125	0.4585	0.72575	0.324375	0.063125	0.05
4	6.034125	1.167	0.77875	1.237875	0.190125	0.091125
6	15.835	3.0005	1.349	3.532425	0.964625	0.564375
8	20.49963	3.827125	1.034375	5.116	0.926125	0.108
10	20.22075	5.015375	2.726625	4.36875	1.160375	0.223375
12	14.44625	4.23375	3.659375	3.168625	0.823125	0.37675
14	16.63513	4.78175	6.240125	3.153375	0.996	1.653375

Anexo 2c. Médias dos pesos frescos e secos da folha, caule e raiz de duas variedades B, em óptimas condições de irrigação.

SAS	Ff	Caf	Rf	Fs	Cas	Rs
2	2.021375	0.464375	0.618	0.306875	0.06225	0.044375
4	6.44825	1.359625	1.098375	1.21475	0.234625	0.096
6	7.843261	1.686006	0.906741	2.877875	0.59775	0.131125
8	21.78638	4.40325	1.27375	4.546875	0.9175	0.189
10	20.65213	4.904875	2.335375	4.7585	1.196625	0.29275
12	14.07225	3.97675	1.009875	3.35975	0.96975	0.30725
14	15.87338	4.726375	1.536625	3.350125	0.838875	0.43835

Anexo 2d. Médias dos pesos frescos e secos da folha, caule e raiz de duas variedades B, em condições de stress hídrico.

SAS	Ff	Caf	Rf	Fs	Cas	Rs
2	1.9705	0.437875	0.77175	0.304375	0.054875	0.052875
4	5.920375	1.04075	1.064125	1.215875	0.171625	0.114625
6	16.66425	3.034375	1.338	3.31325	0.6045	0.187375
8	20.859	3.898	0.8755	4.581875	0.886125	0.123875
10	17.83625	4.96475	2.954625	4.3005	1.243	0.29
12	15.10675	3.129125	2.421875	3.196125	0.73025	0.389625
14	15.89538	4.679875	6.967125	2.75575	0.979875	1.6215

Anexo 3a. Média do número de folhas , nódulos e vagens, área da folha e peso fresco e se co das vagens da variedade A em óptimas condições de irrigação.

SAS	NF	NN	AF	NN	NV	PVF	PVS
2	4.5	27.25	84.9	27.25			
4	9.25	23.5	207	23.5			
6	20	20.625	472.325	20.625			
8	23.875	21.375	549.9875	21.375	1.875	0.444625	0.069
10	28.25	22.25	698.15	22.25	11.5	6.666875	0.775125
12	23	20.375	573.125	20.375	15.75	10.94275	2.168
14	36.125	15.125	702.225	15.125	22.25	17.72813	4.1545

Anexo 3b. Média do número de folhas , nódulos e vagens, área da folha e peso fresco e se co das vagens da variedade A em condições de stress hídrico.

SAS	NF	NN	AF	NV	PVF	PVS
2	4.375	24	87.2375			
4	11	14.5	238.7125			
6	22.375	18.625	561.025			
8	27.25	6.375	737.725			
10	30.25	3	693.3625	5.625	3.221875	0.468125
12	27.5	17.625	484.3875	9.625	8.35775	0.70575
14	26.875	6.125	629.6375	5.375	5.655375	1.198625

Anexo 3c. Média do número de folhas , nódulos e vagens, área da folha e peso fresco e seco das vagens da variedade B em óptimas condições de irrigação.

SAS	NF	NN	AF	NV	PVF	PVS
2	4.125	9.125	78.65			
4	10.875	16.375	248.675			
6	22.875	14.5	507.475			
8	28.5	8.75	783.6875	2	1.18575	0.11325
10	29.375	7	762.725	3.375	1.800625	0.2755
12	24.75	7.125	630.7625	13.875	6.70125	1.90075
14	28.375	6.875	614.25	17	14.31025	4.0265