

Bio- 278



Universidade Eduardo Mondlane  
Faculdade de Ciências  
Departamento de Ciências Biológicas

Trabalho de Culminação do Curso

**Tema:**

Efeito do Stress Hídrico no Crescimento de Três Variedades de  
Feijão nhemba (*Vigna unguiculata* (L.) Walp).

**Autora:** Cházia Gulamo Abdula

*Maputo, Dezembro de 2008*



Universidade Eduardo Mondlane  
Faculdade de Ciências  
Departamento de Ciências Biológicas

Trabalho de Culminação do Curso

**Tema:**

Efeito do Stress Hídrico no Crescimento de Três Variedades de  
Feijão nhemba (*Vigna unguiculata* (L.) Walp).

**Autora:** Cházia Gulamo Abdula

**Supervisores:** Prof. Doutor Orlando Quilambo  
dr<sup>a</sup> Célia Marília Martins

*Maputo, Dezembro de 2008*

## Agradecimentos

- ❖ Em primeiro lugar agradeço à Allah Ta'ala por ter estado sempre comigo ao longo de todos estes anos, dando força e saúde para que a minha carreira estudantil fosse um sucesso.
- ❖ Agradecer aos meus supervisores, Prof. Doutor Orlando Quilambo e a dr<sup>a</sup>. Célia Martins não se esquecendo da dr<sup>a</sup>. Sónia Ventura pelo imenso e diversificado apoio, desde a aquisição do material, a orientação e palavras de incentivo.
- ❖ Aos senhores Sitóe e Helena do Laboratório de Fisiologia Vegetal, pela ajuda, paciência e transmissão dos seus conhecimentos ao longo da experiência.
- ❖ Aos trabalhadores do viveiro de plantas do DCB e à família Lipassula, pelo apoio e paciência.
- ❖ Ao estaticista Cachimo, pela ajuda na análise estatística dos resultados.
- ❖ À turma de Ecologia companheiros e amigos preciosos nos momentos bons e menos felizes durante o curso
- ❖ Ao “Quarteto Entertainment” Onésia, Márcio, Rufino pelos bons e maus momentos durante o curso desde as “directas” até aos “comas”.
- ❖ À todos meus amigos em especial a Laura, Januário, Jorfélia, Cláudio, Damboia Reinaldo, Adélia, Violeta pela paciência, carinho e apoio moral prestados.
- ❖ À toda minha família, em especial a tia Rabia Abdula pelo apoio científico e moral pretado.
- ❖ Ao Tony pela paciência, amor e carinho.
- ❖ Aos meus pais e irmãos pelo amor, carinho e apoio moral ao longo da minha vida e carreira estudantil.
- ❖ Finalmente à todos aqueles não mencionados mas que directa ou indirectamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## Dedicatória

Dedico o presente trabalho aos meus pais  
Abdul Razaque Gulamo Abdula e Maria Suzete Ismail Hassan

&

Aos meus irmãos  
Mamy e Khaled.

## Declaração de Honra

Declaro por minha honra que a autoria do presente trabalho e os dados nele apresentados são resultado do trabalho de campo e laboratorial por mim efectuados.

Maputo, Dezembro de 2008

  
\_\_\_\_\_

**Cházia Gulamo Abdula**

## Lista de Abreviaturas

- PFT - Peso Fresco Total da Planta  
PST – Peso Seco Total da Planta  
PFR – Peso Fresco da Raiz  
PSR – Peso Seco da Raiz  
CR – Comprimento da Raiz  
VR – Volume da Raiz  
PFC – Peso Fresco do Caule  
PSC – Peso Seco do Caule  
PFF – Peso Fresco da Folha  
PSF – Peso Seco da Folha  
NF – Número de Folhas  
AF – Área Foliar  
TCR – Taxa de Crescimento Relativo  
TAA – Taxa de Assimilação Aparente  
RAF – Razão da Área Foliar  
RPSF – Razão do Peso Seco da Folha  
RPSR – Razão do Peso Seco da Raiz  
RPSR/A – Razão do Peso Seco da Raiz Pela Parte Aérea  
DR – Densidade da Raiz  
IT – Índice de tolerância  
CAP – Conteúdo de Água na Planta  
IIAM – Instituto de Investigação Agrária de Moçambique  
UEM – Universidade Eduardo Mondlane  
DCB – Departamento de Ciências Biológicas  
g – gramas  
ml – mililitros  
cm – centímetro quadrado

## Resumo

O presente estudo examinou as respostas fenológicas e fisiológicas de três variedades de feijão nhemba (IT82E-18, Tete2 e Timbawene) quando submetidos ao stress hídrico.

Para a realização da experiência usaram-se 108 sementes, 36 por variedade sendo estas submetidas à dois tratamentos: o controlo onde os vasos eram regados com uma frequência de dois em dois dias (80% da capacidade de campo) e stress hídrico (20% da capacidade de campo) quando o conteúdo volumétrico da água atingia 5%.

As três variedades de feijão nhemba começaram a mostrar sinais dos efeitos do stress hídrico a partir da sétima semana e foram representados por raízes compridas, folhas pequenas, enroladas e em menor número em relação ao controlo. Na décima semana, houve necrose das folhas e morte de plantas das variedades Tete2 e Timbawene no tratamento stress hídrico.

Os parâmetros de crescimento ligados ao stress hídrico nas variedades IT82E-18, Tete2 e Timbawene foram: aumento do comprimento da raiz, razão do peso seco da raiz, razão do peso seco da raiz pela parte aérea e conteúdo de água total na planta.

O maior índice de tolerância ao stress hídrico e conteúdo de água na planta foi verificado na variedade IT82E-18 ao longo da experiência e esta variedade apresentou maiores valores de TCR e TAA em relação as variedades Tete2 e Timbawene.

A variedade IT82E-18 apresentou-se mais tolerante ao efeito do stress hídrico em relação as variedades Tete2 e Timbawene.

Palavra chaves: crescimento, feijão nhemba, stress hídrico, tolerância.

## Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Importância do Estudo.....	2
1.3. Revisão Bibliográfica .....	4
1.3.1. Descrição do feijão nhemba.....	4
1.3.2. Importância Económica do Feijão nhemba.....	5
1.3.3. Produção de Feijão nhemba .....	5
1.3.4. Variedades de Feijão nhemba em Moçambique .....	6
1.3.5. Efeito do stress hídrico no crescimento do feijão nhemba .....	6
2. Objectivos.....	7
2.1. Geral: .....	7
2.2. Específicos:.....	7
3. Hipóteses .....	8
4. Área de Estudo.....	8
5. Material e Método.....	9
5. 1. Método e Princípio .....	9
5.2. Material e Equipamento Experimental.....	9
5. 3. Solo e material vegetal .....	10
5. 4. Montagem do Ensaio.....	10
6. Análise dos Resultados.....	12
7. Análise Estatística .....	14
8. Resultados.....	15
8.1. Efeito do stress hídrico no crescimento da raiz, caule e folhas .....	15
8.1.1. Peso seco total da planta (PST) .....	15
8.1.2. Peso seco da raiz (PSR) .....	16
8.1.3. Comprimento da raiz (CR).....	17
8.1.4. Peso seco do caule (PSC).....	18
8.1.5. Comprimento do caule (CC).....	19
8.1.6. Peso seco das folhas (PSF).....	20
8.1.7. Número de folhas (NF).....	21
8.1.8. Área foliar (AF).....	22



8.2. Efeito do stress hídrico nos parâmetros de crescimento.....	23
8.2.1. Taxa de Crescimento Relativo (TCR) .....	23
8.2.2. Taxa de Assimilação Aparente (TAA) .....	24
8.2.3. Razão da Área Foliar (RAF) .....	25
8.2.4. Razão do Peso Seco da Folha (RPSF) .....	26
8.2.5. Razão do Peso Seco da Raiz (RPSR) .....	27
8.2.6. Razão do Peso Seco da Raiz Pela Parte Aérea (RPSR/A).....	28
8.2.7. Densidade da Raiz (DR) .....	29
8.2.8. Índice de Tolerância (IT) .....	30
8.2.9. Conteúdo Total de Água na Planta (CTAP).....	31
8.2.10. Efeito do stress hídrico na floração .....	32
9. Discussão.....	32
9.1. Efeito do Stress hídrico no crescimento da raiz, caule, folha e planta total .....	33
9.2. Efeito de Stress Hídrico nos parâmetros de Crescimento.....	36
10. Conclusões.....	39
11. Constrangimentos.....	40
12. Recomendações.....	41
13. Referências Bibliográficas.....	41

## 1. Introdução

A disponibilidade hídrica é considerada o factor climático que mais afecta a produtividade agrícola, sendo responsável pela limitação na distribuição das espécies em diferentes zonas climáticas pelo mundo inteiro (Rockstrom e Falkenmark, 2000 citados por Lobato *et al.*, 2008).

O stress hídrico pode ser definido como uma situação em que o potencial de água e o turgor estão bastante reduzidos de modo a interferir com o funcionamento normal da planta. Este é caracterizado pela redução de conteúdo de água que conduz ao fecho dos estomas e limitação de troca de gases podendo bloquear a fotossíntese e perturbar o metabolismo de nitrogénio. Estes efeitos adicionados à redução na turgescência reduzem o crescimento (Kramer, 1983 citado por Leite e Filho, 2004) e podem finalmente causar a morte (Shao *et al.*, 2008).

Segundo Hsiao (1973) citado por Correia e Nogueira (2004), as plantas cultivadas estão normalmente sujeitas ao stress hídrico, traduzido por alterações metabólicas, incluindo a redução no desenvolvimento das células, expansão das folhas, transpiração e redução na translocação de fotoassimilados e apresenta-se, dentre todos os factores ambientais, como o que mais frequentemente limita o desenvolvimento das culturas.

O stress hídrico provoca o alongamento da raiz, reduz a produção da matéria seca dos componentes vegetativos entre as plantas, a expansão das folhas e a alongação do caule (Munns e Cramer, 1996 citados por Quilambo, 2000), além de alterar o processo de absorção de nutrientes devido à baixa disponibilidade hídrica no ambiente e à baixa actividade fotossintética (Kerbaui, 2004 citado por Lobato *et al.*, 2008). Durante os estágios de pré-floração e floração as plantas sob condições de stress hídrico produzem menor quantidade de flores, vagens e sementes devido ao encurtamento desses estágios e ao aborto de algumas flores (Ahmed, 1984 citado por Filho e Tahin, 2002).

O crescimento de feijão nhemba é afectado por uma vasta gama de factores tanto bióticos como abióticos que incluem a luz, a seca, a salinidade e temperaturas altas (Shao *et al.*, 2008). Dentre estes, o stress hídrico é um dos factores mais adversos para o crescimento e produtividade vegetal (Shao *et al.*, 2008).

O feijão nhemba (*Vigna unguiculata*) é uma planta leguminosa comestível pertencente à família Fabaceae e subfamília Papilionoidea (Purseglove, 1968), com alto conteúdo protéico, boa capacidade de fixar nitrogénio e pouco exigente em termos de fertilidade do solo (Araújo e Walt, 1988), devido a eficaz simbiose com fungos (micorrizas) (Kwapata e Hall, 1985, citados por Ehlers e Hall, 1997), bem como a capacidade de resistir em condições de solo ácido e alcalino (Fery, 1990, citado por Ehlers e Hall, 1997).

Dentre as leguminosas de grão, o feijão nhemba é produzido em regiões quentes e semi-áridas, onde a precipitação é errática e insuficiente (Kay, 1979 citado por Pimentel e Hebert, 1999). A adaptação à falta de água é considerada uma característica multigénica e existem diferenças na tolerância à seca entre genótipos de feijão nhemba (Gwathmey & Hall, 1992; Ismail *et al.*, 1994, citados por Pimentel e Hebert, 1999).

O presente estudo visa avaliar a resposta de três variedades de feijão nhemba (*Vigna unguiculata*) ao efeito do stress hídrico durante o seu crescimento.

### 1.1. Importância do Estudo

A seca é um factor limitante importante no rendimento de uma larga quantidade de plantas leguminosas como o feijão nhemba, que são amplamente utilizadas em todo mundo como culturas alimentares (Adams *et al.*, 1985; Rachie, 1985, citados por Carvalho *et al.*, 1998).

A seca também tem sido reportada como sendo uma das causas responsáveis pela falta de alimentos em muitas regiões não só em Moçambique como também em várias partes do mundo. Como consequência, muitas pessoas passam fome e outras estão em risco do mesmo. Para a resolução deste problema duas estratégias podem ser adoptadas:

- Suplementação de água às culturas através da rega. Este método requer elevados custos sendo assim inacessível para grande parte da população, situação agravada pelo facto de 95% da área cultivada em Moçambique ser ocupada pelo sector familiar, que se debate com falta de meios materiais e financeiros (Zacarias, 1999).
- Utilização de espécies ou variedades tolerantes à seca que podem crescer bem sob condições limitadas de água. Esta estratégia apresenta-se mais adequada e depende da existência de material vegetal resistente à seca (Zacarias, 1999).

O feijão nhemba é considerado uma cultura tolerante à condições de seca apresentando elevado rendimento em condições de deficiência de água e baixa fertilidade de solo quando comparada com outras leguminosas.

Com este estudo, pretende-se contribuir para a selecção de variedades de feijão nhemba que sendo tolerantes à seca poderão ser utilizadas na agricultura familiar.

### 1.3. Revisão Bibliográfica

#### 1.3.1. Descrição do Feijão nhemba

##### 1.3.1.1. Origem e Distribuição do Feijão nhemba

O feijão nhemba é uma das leguminosas mais adaptada, versátil e nutritiva entre as espécies cultivadas e, admite-se que tenha surgido há 2300 anos a. C., no Sudeste de África (Singh e Rachie, 1985). Steele e Mehra (1980) citados por Ehlers e Hall (1997), citam o oeste de África, mais precisamente a Nigéria, como o centro primário de diversidade da espécie. Ng e Marechal (1985) citados por Heemskerk (1985) relatam que provavelmente a região do Transvaal, na África do Sul, seja a região de especiação de *V. unguiculata*. Esta cultura foi introduzida na Índia por volta de 150 anos a.C., e pensa-se que a partir de África se tenha espalhado pelo Egipto ou Arábia, pela Ásia e pelo Mediterrâneo. Foi introduzida no Suriname pelos espanhóis no século XVI e chegou aos Estados Unidos da América por volta de 1700 (Purseglove, 1984).

##### 1.3.1.2. Taxonomia e Morfologia

O feijão nhemba (*Vigna unguiculata*) é uma planta Dicotiledónea que pertence à ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Papilionoidea, género *Vigna*, secção *Catiang*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. e subespécie *unguiculata* (Purseglove, 1984).

Esta cultura é herbácea anual, erecta, prostrada ou trepadora, glabra ou com muitos poucos pêlos. Ela possui raízes fortes, estreitas e espalhadas lateralmente na superfície do solo; nódulos largos e globulares (Purseglove, 1984).

As vagens não possuem mais de 30cm de comprimento e são lineares. As sementes variam muito em largura, peso, forma e cor. O tegumento da semente, geralmente é lisa embora, existam cultivares com testa rugosa, pode ser branca (sem pigmentação), vermelha, creme, castanha e preta (Heemskerk, 1985).

### 1.3.2. Importância Económica do Feijão nhemba

O feijão nhemba é cultivado para a obtenção de sementes e vagens para o consumo humano, como fonte de adubo verde e material orgânico em solos improdutivos (Hall e Frate, 1996, citados por Amador *et al.*, 2006). É igualmente utilizado como forragem, silagem na produção de feno (Heemskerk, 1985).

Em algumas áreas dos trópicos semi-húmidos, esta cultura oferece mais de metade das proteínas na dieta humana e é considerada como componente principal na dieta das populações pobres de zonas áridas (Singh & Rachie, 1985).

### 1.3.3. Produção de Feijão nhemba

A cultura ocupa cerca de 11 milhões de hectares, distribuídos nas regiões tropicais e subtropicais de África, da Ásia e das Américas (Singh & Rachie, 1985). O feijão nhemba é o segundo legume mais importante de África e é produzido extensivamente em 16 países africanos (Purseglove, 1968). Os primeiros produtores a nível mundial são a Nigéria e o Níger que produzem cerca de 850000t a 271000t anualmente ou seja 49.3% do total da produção mundial (Singh & Rachie, 1985). O feijão nhemba também é produzido na América do Sul (principalmente no nordeste semi-árido do Brasil), na Ásia, no sudeste e sudoeste da América do norte, Europa (Itália) e tentativas estão sendo feitas para introduzir a cultura no sudeste da Europa (Ehlers e Hall, 1997).

Na base do último recenseamento agrícola (1970) e censo da população (1980) estimou-se a área total de produção de feijão nhemba em Moçambique em 150.000 ha com uma produção média de 348 kg/ha (Heemskerk *et al.*, 1988) com maior produção nas províncias de Inhambane, Nampula, Zambézia, Maputo, Gaza e Cabo Delgado (Rulkens, 1996).

#### 1.3.4. Variedades de Feijão nhemba em Moçambique

Existe uma grande variabilidade de feijão nhemba dentro do continente africano e muitas subespécies selvagens desta espécie. O feijão nhemba cultivado pertence à subespécie *unguiculata* e esta pode ser dividida em três grupos de cultivares: *unguiculata*, *biflora* e *sesquipedalis* (Heemskerk, 1985). Em Moçambique existe um grupo bastante extenso de variedades de feijão nhemba que diferem no fotoperiodismo, hábito da planta, tamanho do grão e cor do grão (Heemskerk, 1985).

#### 1.3.5. Efeito do stress hídrico no crescimento do feijao nhemba

O feijão nhemba constitui uma das principais culturas, em diversas regiões semi-áridas do mundo. O período crítico da cultura do feijão nhemba provocado pelo stress hídrico, restringe-se a uma fase relativamente curta entre a época de floração e o início da maturação (enchimento dos grãos). No entanto, mesmo quando cultivado em condições de humidade favoráveis, baixos índices de produtividade são alcançados, em regiões semi-áridas. Hall e Patel (1985) citados por Filho e Tahin (2002) demonstraram a susceptibilidade da cultura às altas temperaturas nocturnas.

O crescimento do feijão nhemba é afectado por uma vasta gama de factores tanto abióticos como bióticos que incluem a luz, a seca, a salinidade e temperaturas altas (Shao *et al.*, 2008). Dentre estes o stress hídrico é um dos factores mais adversos para o crescimento e produtividade vegetal (Shao *et al.*, 2008). O stress hídrico da planta, permanente ou temporário, é o principal factor abiótico que limita o crescimento e a distribuição da vegetação natural e o desempenho das plantas cultivadas (Shao *et al.*, 2008).

Os principais mecanismos de adaptação no feijao nhemba ao stress hídrico são: o desenvolvimento do sistema radicular e alta condutividade hidráulica na raiz, para maximizar a captação de água; o controlo da abertura estomática e a redução da área foliar, para minimizar as perdas de água (Subbarao *et al.*, 1995 citados por Pimentel e Hebert, 1999).

Destes mecanismos para minimizar as perdas de água, o controle do fechamento estomático parece ser uma característica hereditária, sob controle de genes nucleares (Pimentel e Hebert, 1999).

Porém, apesar de permitir uma maior conservação de água, o fecho dos estomas causa redução da assimilação de CO<sub>2</sub>, e, conseqüentemente, diminuição da produtividade (Plaut, 1994, citado por Pimentel e Hebert, 1999).

## 2. Objectivos

### 2.1. Geral:

- ❖ Avaliar o efeito do stress hídrico no crescimento de três variedades de feijão nhemba (*Vigna unguiculata*).

### 2.2. Específicos:

- ❖ Determinar a taxa de crescimento relativo, a taxa de assimilação aparente, área foliar, razão da área foliar, razão do peso da folha e razão de peso seco da raiz, razão do peso seco da raiz pela parte aérea em três variedades de feijão nhemba em condições de stress hídrico.
- ❖ Determinar as necessidades hídricas do feijão nhemba através da determinação do conteúdo relativo de água (CRA) e a capacidade de retenção de água ou ainda déficit de saturação hídrica.
- ❖ Determinar e comparar o índice de tolerância ao stress hídrico em três variedades de feijão nhemba.



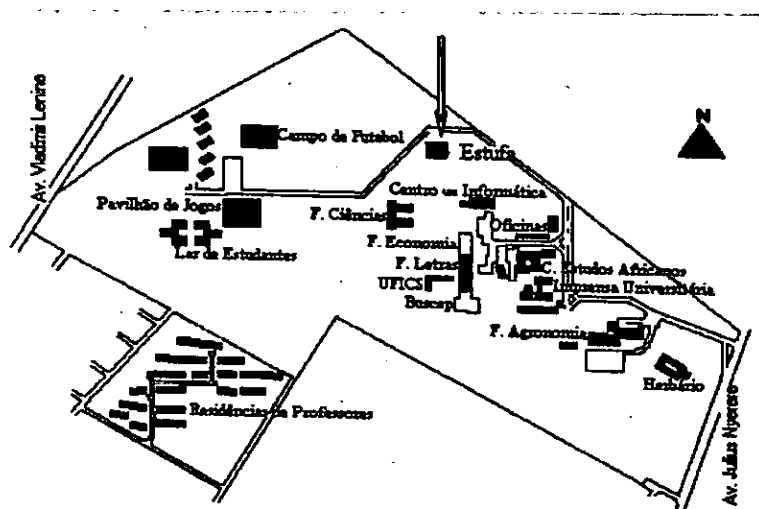
### 3. Hipóteses

**H<sub>0</sub>:** Há redução da taxa de crescimento relativo e dos diferentes parâmetros de crescimento das plantas submetidas ao stress hídrico.

**H<sub>1</sub>:** Não há redução da taxa de crescimento relativo e dos diferentes parâmetros de crescimento das plantas submetidas ao stress hídrico.

### 4. Área de Estudo

O presente trabalho foi realizado na estufa e no Laboratório de Fisiologia Vegetal pertencentes ao Departamento de Ciências Biológicas, sito no Campus principal da Universidade Eduardo Mondlane (UEM) em Maputo, entre Julho e Outubro durante um período de 72 dias (Fig.1).



**Figura 1:** Localização geográfica da Estufa do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Eduardo Mondlane (Adaptado de <http://www.uem.mz>. Acessado em 13 de Abril de 2008).

## 5. Material e Método

### 5. 1. Método e Princípio

No presente trabalho foram estudados os efeitos do stress hídrico no crescimento de três variedades locais de feijão nhemba (IT82E-18, Tete2 e Timbawene).

### 5.2. Material e Equipamento Experimental

- ❖ Balança analítica
- ❖ Estufa de secagem a 80°C
- ❖ 108 vasos plásticos
- ❖ Placas de petri
- ❖ Papel absorvente
- ❖ Régua
- ❖ Proveta graduada
- ❖ Água da torneira
- ❖ Bisturi
- ❖ Marcadores
- ❖ Etiquetas plásticas
- ❖ Pás
- ❖ Tesouras
- ❖ Pipeta
- ❖ Copos
- ❖ Baldes.

### 5. 3. Solo e material vegetal

O solo usado na experiência foi colhido no recinto do campus universitário principal da UEM, no campo adjacente ao viveiro de plantas. Segundo Quilambo (2000), este solo apresenta em termos de textura 95.28% de areia, 1.91% de argila e 2.81% de limo. O nitrogênio total perfaz 0.03% no solo e o fósforo 1.39%. A matéria orgânica e o carbono encontram-se em 0.7% e 0.16%, respectivamente.

O material vegetal consistiu em 108 sementes de três variedades de Feijão nhemba var. IT82E-18, Tete2 e Timbawene (36 sementes por cada variedade) provenientes do Instituto de Investigação Agrária de Moçambique IIAM.

### 5. 4. Montagem do Ensaio

- ❖ O ensaio consistiu num total de 108 vasos, que correspondem a 36 por variedade e 18 por tratamento (controlo e stress hídrico) (tabela 1.)

Tabela 1. Plano de colheita

	Tratamento	Número de plantas colhidas			Total/ Tratamento	Total/ Variedade
		4 <sup>a</sup> Semana	7 <sup>a</sup> Semana	10 <sup>a</sup> Semana		
Variedade A	Controlo	6	6	6	18	36
	Stress	6	6	6	18	
Variedade B	Controlo	6	6	6	18	36
	Stress	6	6	6	18	
Variedade C	Controlo	6	6	6	18	36
	Stress	6	6	6	18	
Total de plantas/colheita		36	36	36	108	

- ❖ Antes da sementeira o solo foi misturado com auxílio de uma pá com vista a permitir uma distribuição homogénea dos nutrientes nos vasos.
- ❖ Fez-se a pesagem de 10 sementes por cada variedade de feijão nhemba com auxílio de uma balança com uma precisão de 0,001g.
- ❖ As sementes de feijão nhemba foram pré-germinadas em placas de petri contendo papel absorvente humedecido com água durante 48 horas até a sua germinação.
- ❖ Após a pré-germinação, as sementes foram transferidas para vasos contendo solo com humidade similar à capacidade de campo do solo.
- ❖ Posteriormente os vasos foram mantidos numa estufa de crescimento e foram continuamente regados com água da torneira durante sete dias de modo a permitir a adaptação das plantas ao novo meio.
- ❖ Após a adaptação, os vasos foram submetidos a dois tratamentos: controlo e stress hídrico.
- ❖ Os vasos contendo plantas de controlo foram regados de dois em dois dias com água corrente para manter a capacidade de campo (80% da capacidade de campo), enquanto que as plantas em stress hídrico foram regadas também com água corrente (20% da capacidade de campo) quando o conteúdo volumétrico da água atingisse 5%.
- ❖ O conteúdo volumétrico de água no solo foi medido pela diferença entre a capacidade de campo e o ponto de emurchecimento permanente (Fitter e Hay, 1981) (Anexo 1).
- ❖ As plantas foram colhidas de três em três semanas, o que correspondia a 12 plantas por variedade (6 para cada tratamento), o que perfazia 36 plantas no total por colheita conforme mostra a tabela 1.

- ❖ Durante a colheita, para evitar danificar as raízes da planta, os vasos foram colocados no interior de um balde contendo água para encharcar o solo, retirando-se as raízes quase intactas e sem solo aderente.
- ❖ Depois de retiradas dos vasos, as plantas foram colocadas sobre papel absorvente para enxugar.

### **5. 5. Análise de Crescimento**

Após a colheita, no laboratório as plantas foram divididas em raiz, caule e folhas de modo a seguir a contagem, medição e pesagem do seguinte modo:

#### **- Medição do peso fresco e seco total da planta, raiz, caule e folha**

Os pesos frescos foram obtidos através da pesagem imediata após a colheita das partes da planta (raiz, caule e folhas) usando uma balança electrónica. Em seguida foram colocados em envelopes de papel numa estufa à 80°C durante 48 horas, após as quais se determinou o peso seco das folhas, caule e raiz usando uma balança electrónica.

#### **- Área foliar**

A área foliar foi obtida através do método gravimétrico (Anexo 2).

#### **- Comprimento da raiz**

O comprimento máximo da raiz foi medido com auxílio de uma régua.

#### **- Volume da raiz**

O valor do volume da raiz foi obtido usando uma proveta graduada e água, onde mediu-se a variação do volume da água depois de colocada a raiz no interior da proveta.

#### **- Contagem do número de folhas**

A contagem do número de folhas foi feita por planta.

## 6. Parâmetros de Crescimento

A análise dos resultados foi feita calculando-se diferentes parâmetros de crescimento, conforme as fórmulas que se seguem:

### 6.1. Taxa de Crescimento Relativo (TCR) (Fitter e Hay, 1981)

$$TCR = \frac{\Delta P}{\Delta t} \times \frac{1}{P}$$

Onde:

$\Delta P$ ... Diferença entre peso seco no  $t_1$  e  $t_0$ .

$\Delta t$ ... Diferença entre tempo final e inicial da experiência

$P$ ... Peso seco da planta (g).

### 6. 2. Razão da Área Foliar (RAF) (Fitter e Hay, 1981)

$$RAF = \frac{AF}{PsF}$$

Onde:

$AF$ ... Área da folha ( $cm^2$ )

$PsF$ ... Peso seco da folha (g)

### 6. 3. Razão do Peso Seco das Folhas (RPSF)

$$RPSF = \frac{PsF}{PsT} \text{ (Fitter e Hay, 1981)}$$

Onde:

$PsF$ ... Peso seco da folha (g)

$PsT$ ... Peso seco total da planta (g)

### 6. 4. Razão do Peso Seco da Raiz (RPSR)

$$RPSR = \frac{PsR}{PsT} \text{ (Fitter e Hay, 1981)}$$

Onde:

$PsR$ ... Peso seco da raiz (g)

$PsT$ ... Peso seco total da planta (g)

### 6. 5. Razão do Peso Seco da Raiz Pela Parte Aérea (RPSR/A)

$$RPSR/A = \frac{PsR}{PsF} \text{ (Fitter e Hay, 1981)}$$

Onde:

PsR... Peso seco da raiz (g)

PsF... Peso seco da folha (g)

### 6. 6. Índice de Tolerância (IT) da Planta

$$IT = \frac{Pss}{Psi} \text{ (Maiti et al., 1996 citado por Levi, 2004)}$$

Onde:

Pss... Peso seco em condições de stress (g)

Psi... Peso seco em óptimas condições de irrigação (g)

### 6. 7. Densidade da Raiz (DR)

$$DR = \frac{Pfr}{VR} \text{ (Lambers e Poorter, 1992, citados por Siteo, 2003)}$$

Onde:

Pfr...Peso fresco da raiz (g)

VR... volume ocupado pelas raízes (ml)

### 6. 8. Conteúdo Relativo de Água (CRA)

$$CRA = \frac{PsT}{PfT} \times 100 \text{ (Salisbury e Ross, 1992)}$$

Onde:

PST... peso seco das folhas, caule e raiz respectivamente (g)

PfT... peso fresco das folhas, caule e raiz respectivamente (g)

## 7. Análise Estatística

A análise dos dados foi feita com auxílio do pacote estatístico SPSS versão 13.0 e Excel versão 2003.

Para a comparação das médias dos diferentes parâmetros de crescimento entre o tratamento controlo e stress foi usado o teste t de student enquanto que o teste de análise de variância (ANOVA-Two Way) (Fowler & Cohen, 1996), foi usado para comparação entre as médias nas três variedades de feijão nhemba (IT82E-18, Tete2 e Timbawene) na quarta, sétima e décima semana. Calculou-se a média corrigida devido a ausência de dados no tratamento stress, causada pela mortalidade das plantas na sétima e décima semana.

## 8. Resultados

### 8.1. Efeito do stress hídrico no crescimento da raiz, caule e folhas

#### 8.1.1. Peso seco total da planta (PST)

O peso seco total da planta em condições de stress hídrico reduziu em comparação ao tratamento controlo nas três variedades de feijão nhemba (Fig.2).

O peso seco total da planta mostrou diferenças significativas entre os tratamentos controlo e stress na variedade IT82E-18 (teste t;  $p < 0.05$ ) durante a sétima semana, enquanto que na variedade Tete2 este reduziu significativamente durante a décima semana (teste t;  $p < 0.05$ ) no grupo submetido ao stress hídrico.

Não foram verificadas diferenças significativas no peso seco total da planta entre as três variedades quando submetidas ao stress hídrico (One-way ANOVA;  $p > 0.005$ ).



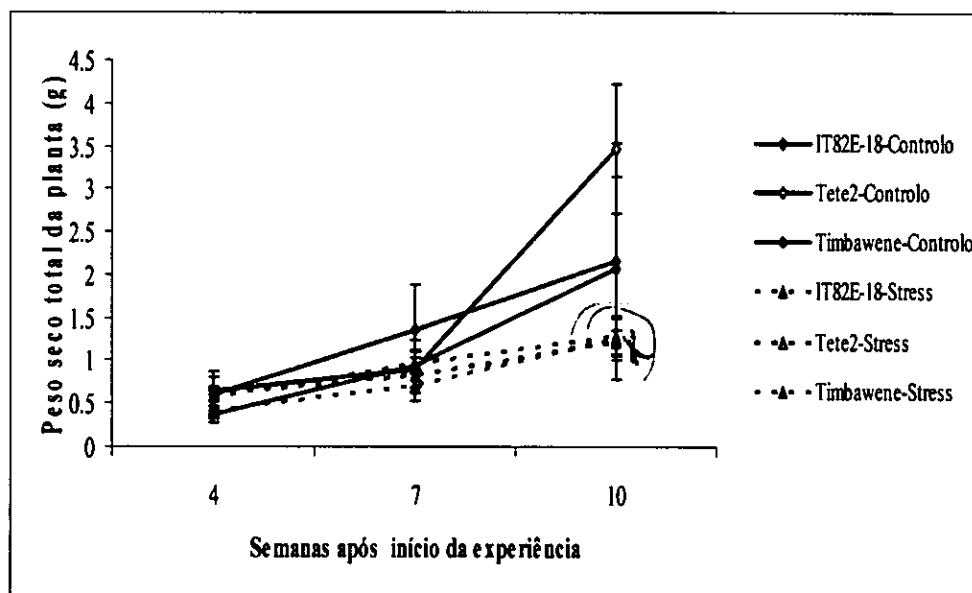


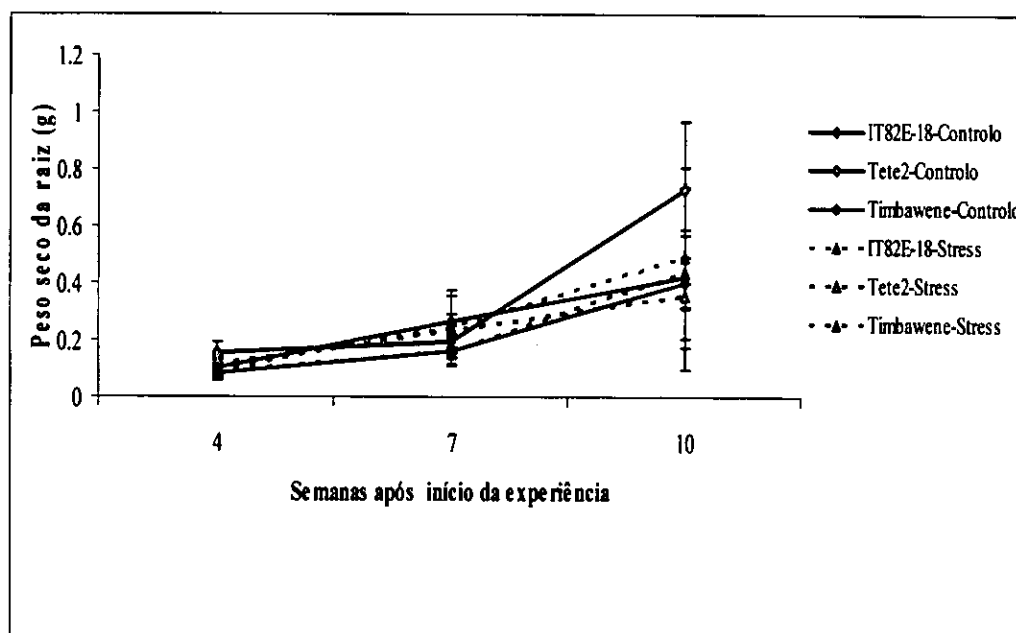
Figura 2: Efeito do stress hídrico sobre o peso seco total da planta nas três variedades de feijão nhemba nas semanas 4, 7 e 10. Cada ponto representa a média de 6 plantas  $\pm$  desvio padrão. IT82E-18, Tete2 e Timbawene representam as diferentes variedades de feijão nhemba.

### 8.1.2. Peso seco da raiz (PSR)

A variedade IT82E-18 mostrou valores aproximados de peso seco da raiz nos tratamentos controlo e stress ao longo da experiência. Os maiores valores de peso seco da raiz da variedade Tete2 na sétima semana foram verificados no stress ao passo que na décima os maiores valores foram encontrados no tratamento controlo. A variedade Timbawene apresentou na sétima semana maiores valores no tratamento controlo e décima semana no tratamento stress (Fig.3).

O peso seco da raiz em todas variedades de feijão nhemba não mostrou diferenças significativas entre os tratamentos controlo e stress hídrico (teste t;  $p < 0.05$ ) na quarta e sétima semana, na décima semana a variedade Tete2 mostrou diferenças significativas (teste t;  $p < 0.05$ ) entre os tratamentos controlo e stress.

Não foram verificadas diferenças significativas no peso seco da raiz entre as três variedades de feijão nhemba quando submetidas ao stress hídrico (One-way ANOVA;  $p > 0.05$ ).



**Figura 3:** Efeito do stress hídrico sobre o peso seco da raiz nas três variedades de feijão nhemba nas semanas 4, 7 e 10. Cada ponto representa a média de 6 plantas  $\pm$  desvio padrão. IT82E-18, Tete2 e Timbawene representam as diferentes variedades de feijão nhemba.

### 8.1.3. Comprimento da raiz (CR)

A variedade Timbawene no tratamento stress hídrico apresentou ao longo da experiência valores de comprimento da raiz maiores que os de Tete2 e IT82E-18 tanto no controlo assim como no stress. A partir da sétima semana o comprimento da raiz das variedades no tratamento stress hídrico apresentou maiores valores do que as do tratamento controlo (Fig.4).

O comprimento da raiz para a variedade IT82E-18 na décima semana mostrou diferenças significativas (teste t;  $p < 0.05$ ) entre os tratamento controlo e stress hídrico. A variedade Tete2 mostrou diferenças significativas (teste t;  $p < 0.05$  e  $p < 0.05$ ) na quarta e sétima semana respectivamente. Na décima semana (teste t;  $p < 0.05$ ) a variedade Timbawene mostrou diferenças significativas nas médias do comprimento da raiz entre os tratamentos.

O comprimento da raiz mostrou diferenças significativas no tratamento stress hídrico entre as três variedades (One-way ANOVA;  $p < 0.05$ ). A variedade Timbawene apresentou maior comprimento da raiz em relação as variedades Tete2 e IT82E-18.

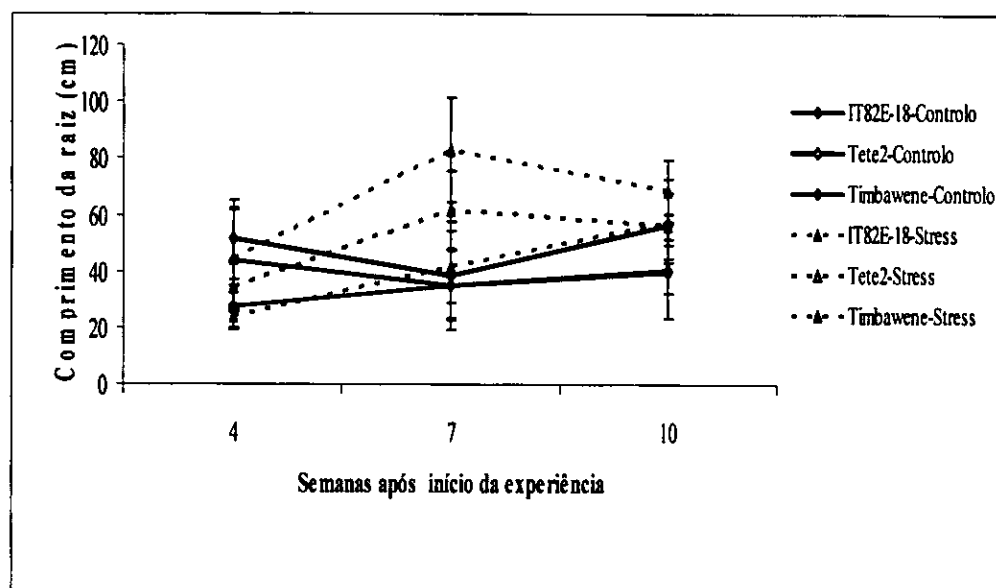


Figura 4: Efeito do stress hídrico sobre o comprimento da raiz nas três variedades de feijão nhemba nas semanas 4, 7 e 10. Cada ponto representa a média de 6 plantas  $\pm$  desvio padrão. IT82E-18, Tete2 e Timbawene representam as diferentes variedades de feijão nhemba.

#### 8.1.4. Peso seco do caule (PSC)

O peso seco do caule em condições de stress hídrico reduziu em comparação com o tratamento controle nas três variedades de feijão nhemba (Fig.5).

O peso seco do caule mostrou diferenças significativas entre os tratamentos controle e stress nas variedades Tete2 (teste t;  $p < 0.05$ ) e Timbawene (teste t;  $p < 0.05$ ) durante a décima semana.

As três variedades de feijão nhemba não mostraram diferenças significativas no peso seco do caule quando submetidas ao stress hídrico (One-way ANOVA;  $p > 0.05$ ).

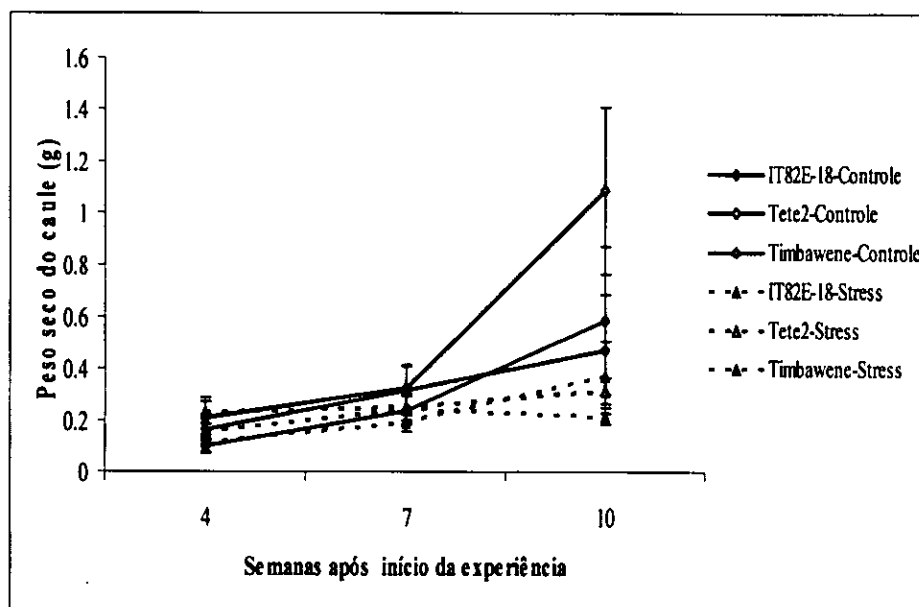


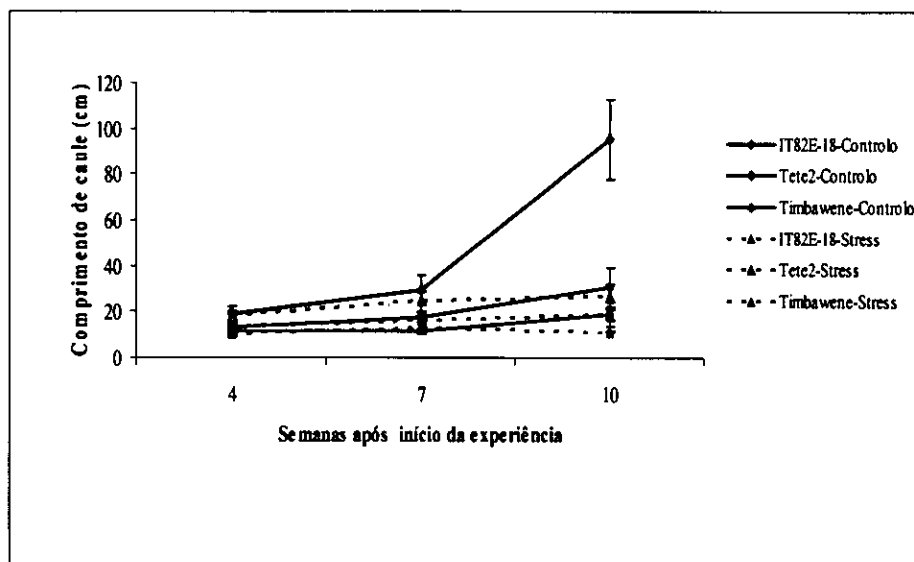
Figura 5: Efeito do stress hídrico sobre o peso seco do caule nas três variedades de feijão nhemba nas semanas 4, 7 e 10. Cada ponto representa a média de 6 plantas  $\pm$  desvio padrão. IT82E-18, Tete2 e Timbawene representam as diferentes variedades de feijão nhemba.

#### 8.1.5. Comprimento do caule (CC)

Todas variedades de feijão nhemba no tratamento controle mostraram um aumento contínuo do comprimento do caule durante toda a experiência sendo a variedade Tete2 a que apresentou maior valor de comprimento do caule. O comprimento do caule em condições de stress hídrico reduziu em comparação ao tratamento controle nas três variedades de feijão nhemba (Fig.6).

O comprimento do caule mostrou diferenças significativas entre os tratamentos controle e stress nas variedades Tete2 e IT82E-18 na décima semana (teste t;  $p < 0.05$ ). A variedade Timbawene mostrou diferenças significativas entre os tratamentos durante a quarta e décima semanas (teste t;  $p < 0.05$ ).

As variedades de Feijão nhemba quando submetidas ao stress hídrico mostraram diferenças significativas no comprimento do caule (One-way ANOVA;  $p < 0.05$ ) ao longo da experiência. A variedade Tete2 apresentou maior comprimento da raiz em relação as variedades IT82E-18 e Timbawene.



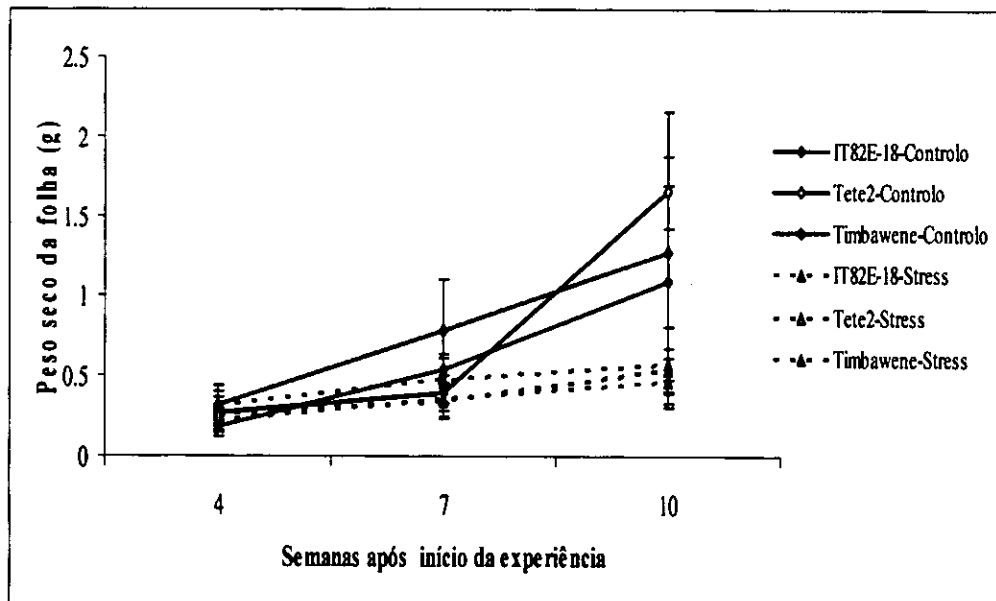
**Figura 6:** Efeito do stress hídrico sobre o comprimento do caule nas três variedades de feijão nhemba nas semanas 4, 7 e 10. Cada ponto representa a média de 6 plantas  $\pm$  desvio padrão. IT82E-18, Tete2 e Timbawene representam as diferentes variedades de feijão nhemba.

#### 8.1.6. Peso seco das folhas (PSF)

O peso seco das folhas em condições de stress hídrico reduziu em comparação ao tratamento controlo nas três variedades de feijão nhemba (Fig.7).

As diferenças significativas no peso seco das folhas entre os tratamentos controlo e stress hídrico foram verificadas na variedade IT82E-18 na sétima (teste t;  $p < 0.05$ ) e décima semanas (teste t;  $p < 0.05$ ) enquanto que para a variedade Tete2 apenas foram verificadas diferenças significativas na décima semana (teste t;  $p < 0.05$ ).

As três variedades de feijão nhemba submetidas ao stress hídrico não mostraram diferenças significativas no peso seco das folhas (One-way ANOVA;  $p > 0.05$ ) durante a experiência.



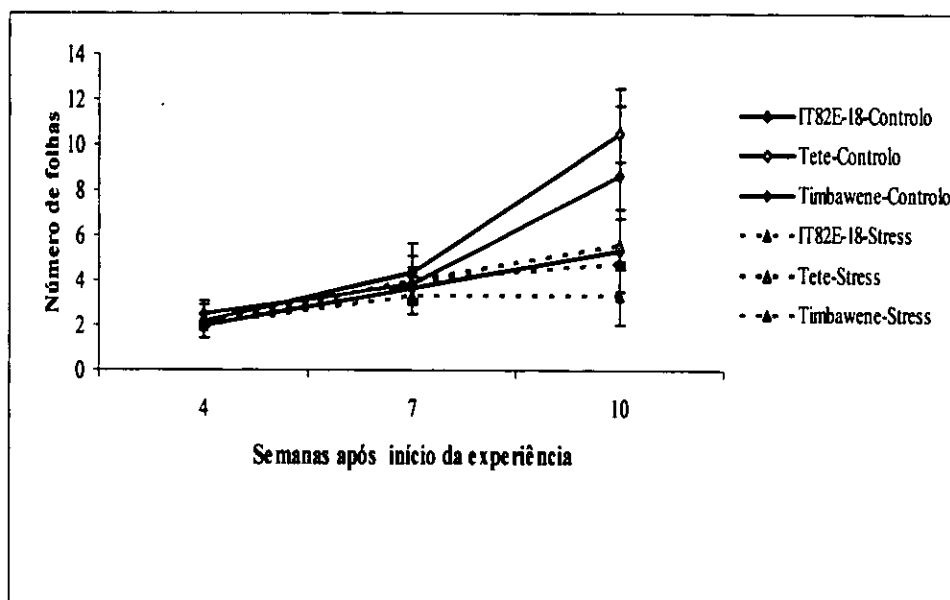
**Figura 7:** Efeito do stress hídrico sobre o peso seco das folhas nas três variedades de feijão nhemba nas semanas 4, 7 e 10. Cada ponto representa a média de 6 plantas  $\pm$  desvio padrão. IT82E-18, Tete2 e Timbawene representam as diferentes variedades de feijão nhemba.

#### 8.1.7. Número de folhas (NF)

As três variedades de feijão nhemba no tratamento controle apresentaram maior número de folhas em relação ao stress hídrico. A variedade IT82E-18 em condições de stress hídrico manteve o mesmo número de folhas da sétima à décima semana (Fig.8).

Diferenças significativas no número das folhas entre os tratamentos controle e stress foram verificadas somente na variedade Tete2 (teste t;  $p < 0.05$ ) durante a décima semana.

O número de folhas no tratamento stress hídrico não mostrou diferenças significativas entre as três variedades (One-way ANOVA;  $p > 0.05$ ) durante a experiência.



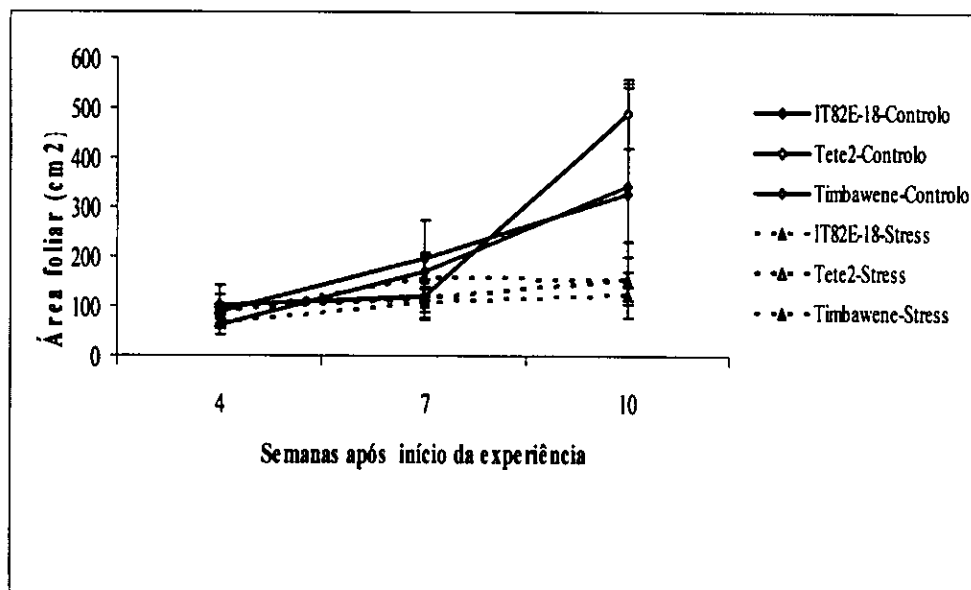
**Figura 8:** Efeito do stress hídrico sobre o número de folhas nas três variedades de feijão nhemba nas semanas 4, 7 e 10. Cada ponto representa a média de 6 plantas  $\pm$  desvio padrão. IT82E-18, Tete2 e Timbawene representam as diferentes variedades de feijão nhemba.

#### 8.1.8. Área foliar (AF)

As três variedades de feijão nhemba no tratamento controle, aumentaram continuamente a área foliar ao longo da experiência. O peso seco das folhas em condições de stress hídrico reduziu em comparação ao tratamento controle nas três variedades de feijão nhemba (Fig.9).

A área foliar mostrou diferenças significativas entre os tratamentos controle e stress hídrico na variedade IT82E-18 na sétima (teste t;  $p < 0.05$ ) e décima semanas (teste t;  $p < 0.05$ ) respectivamente, enquanto que na variedade Tete2 (teste t;  $p < 0.05$ ) apenas foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos controle e stress na décima semana.

As três variedades de feijão nhemba não mostraram diferenças significativas na área foliar (One-way ANOVA,  $p > 0.05$ ) durante a experiência em condições de stress hídrico.



**Figura 9:** Efeito do stress hídrico sobre a área foliar nas três variedades de feijão nhemba nas semanas 4, 7 e 10. Cada ponto representa a média de 6 plantas  $\pm$  desvio padrão. IT82E-18, Tete2 e Timbawene representam as diferentes variedades de feijão nhemba.

## 8.2. Efeito do stress hídrico nos parâmetros de crescimento

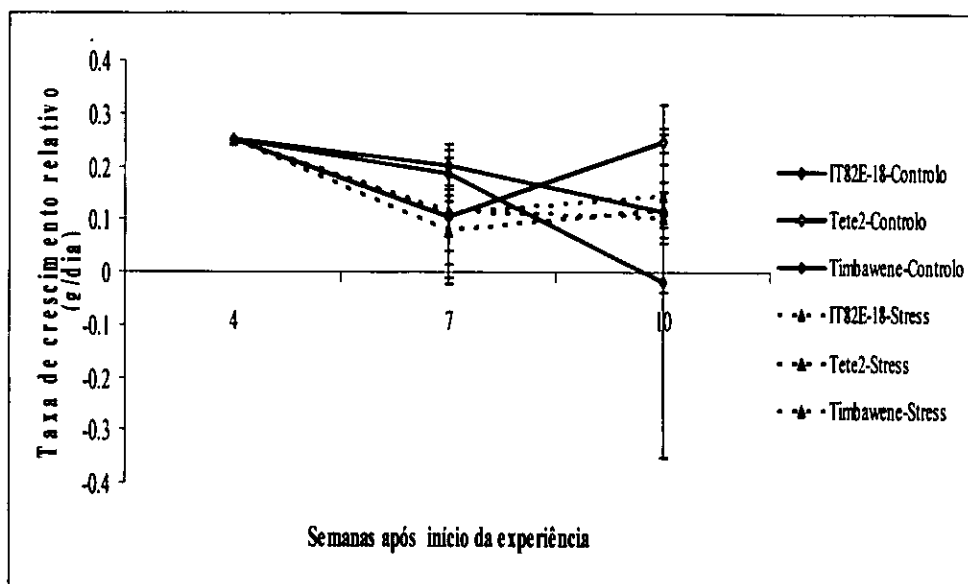
### 8.2.1. Taxa de Crescimento Relativo (TCR)

As variedades IT82E-18 e Timbawene no tratamento controlo mostraram redução na taxa de crescimento ao longo de toda experiência enquanto que na variedade Tete2 a TCR diminuiu na sétima semana e aumentou na décima semana. No tratamento stress a TCR diminuiu na sétima semana e aumentou na décima semana nas variedades IT82E-18 e Tete2 enquanto na variedade Timbawene a TCR mostrou uma redução até ao fim da experiência (Fig.10).

As diferenças significativas entre o tratamento controlo e stress na taxa de crescimento relativo verificaram-se na variedade Tete2 (teste t;  $p < 0.05$ ) somente na décima semana.

As três variedades de feijão nhemba no tratamento stress não mostraram diferenças significativas na taxa de crescimento relativo (One-way ANOVA;  $p > 0.05$ ) ao longo da experiência.





**Figura 10:** Efeito do stress hídrico sobre a taxa de crescimento relativo nas três variedades de feijão nhemba nas semanas 4, 7 e 10. Cada ponto representa a média de 6 plantas  $\pm$  desvio padrão. IT82E-18, Tete2 e Timbawene representam as diferentes variedades de feijão nhemba.

### 8.2.2. Taxa de Assimilação Aparente (TAA)

As variedades IT82E-18 e Timbawene no tratamento controlo mostraram redução na taxa de assimilação aparente ao longo de toda experiência enquanto que na variedade Tete2 a taxa de assimilação aparente diminuiu na sétima semana e aumentou na décima semana. Quando comparada ao tratamento stress hídrico a taxa de assimilação aparente diminuiu na sétima semana seguido de um aumento na décima semana em todas as variedades (Fig.11).

A taxa de assimilação aparente mostrou diferenças significativas entre o tratamento controlo e stress na variedade Tete2 (teste t;  $p < 0.05$ ) durante a décima semana e Timbawene (teste t;  $p < 0.05$ ) na sétima semana.

A taxa de assimilação aparente no tratamento stress não mostrou diferenças significativas entre as variedades (One-way ANOVA;  $p > 0.05$ ) durante a experiência.

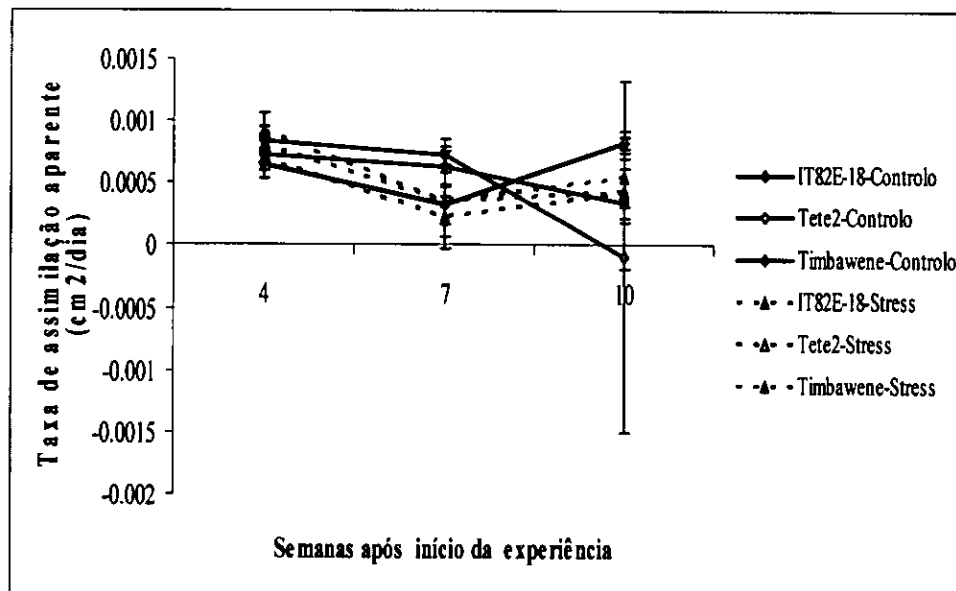


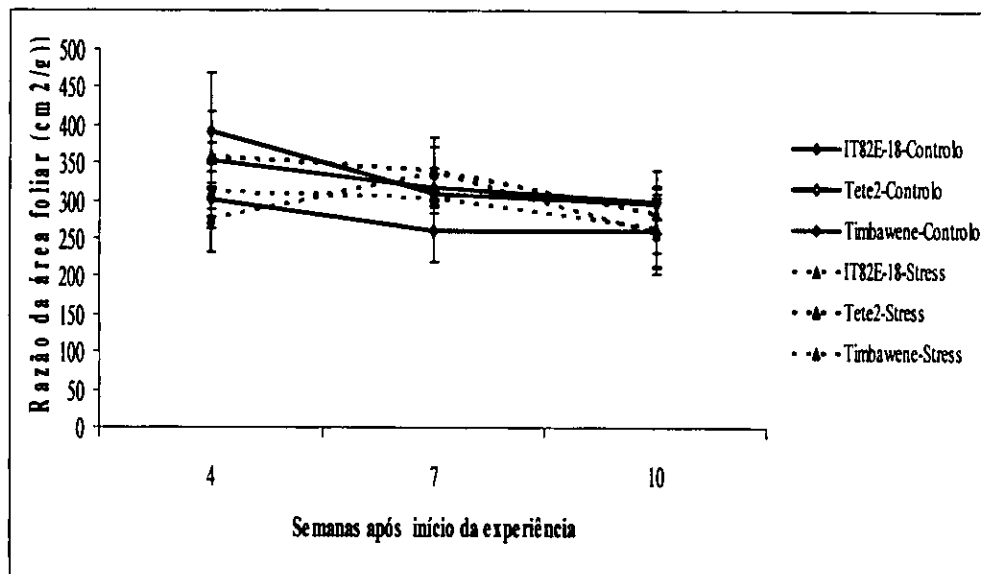
Figura 11: Efeito do stress hídrico sobre a taxa de assimilação aparente nas três variedades de feijão nhemba nas semanas 4, 7 e 10. Cada ponto representa a média de 6 plantas  $\pm$  desvio padrão. IT82E-18, Tete2 e Timbawene representam as diferentes variedades de feijão nhemba.

### 8.2.3. Razão da Área Foliar (RAF)

As variedades IT82E-18 e Tete2 no tratamento controlo mostraram redução na razão da área foliar ao longo de toda experiência enquanto que na variedade Timbawene a razão da área foliar diminuiu na sétima semana e manteve-se quase constante até a décima semana. No tratamento stress a razão da área foliar diminuiu ao longo da experiência nas variedades IT82E-18 e Tete2 enquanto na variedade Timbawene esta mostrou um aumento na sétima semana seguida de uma redução até ao fim da experiência (Fig.12).

Diferenças estatisticamente significativas na razão da área foliar entre os tratamentos controlo e stress foram somente verificadas na variedade Timbawene (teste t;  $p < 0.05$ ) na sétima semana.

Diferenças significativas na razão da área foliar verificaram-se entre as variedades (One-way ANOVA;  $p < 0.05$ ) no tratamento stress hídrico. A variedade Tete2 apresentou maior razão da área foliar em relação as variedades Timbawene e IT82E-18.



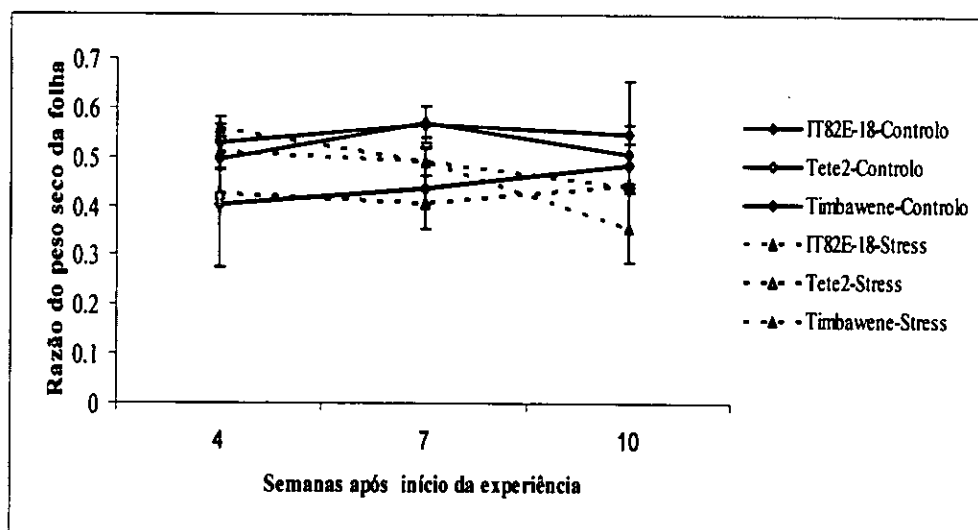
**Figura 12:** Efeito do stress hídrico sobre a razão da área foliar nas três variedades de feijão nhemba nas semanas 4, 7 e 10. Cada ponto representa a média de 6 plantas  $\pm$  desvio padrão. IT82E-18, Tete2 e Timbawene representam as diferentes variedades de feijão nhemba.

#### 8.2.4. Razão do Peso Seco da Folha (RPSF)

A razão do peso seco da folha no tratamento controlo aumentou ao longo de toda a experiência na variedade Tete2. As variedades IT82E-18 e Timbawene mostraram redução na razão do peso seco da folha somente na décima semana. No tratamento stress a razão do peso seco da folha nas variedades IT82E-18 e Timbawene diminuiu até ao fim da experiência enquanto na variedade Tete2 a RPSF mostrou uma redução na sétima e aumento na décima semana (Fig.13).

A razão do peso seco da folha mostrou diferenças significativas entre os tratamentos controlo e stress na variedade IT82E-18 durante a sétima e décima semanas (teste t;  $p < 0.05$ ) enquanto que na variedade Timbawene apenas foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos na sétima semana (teste t;  $p < 0.05$ ).

As três variedades de feijão nhemba no tratamento stress mostraram diferenças significativas na razão do peso seco da folha (One-way ANOVA;  $p < 0.05$ ). A variedade Timbawene em condições de stress hídrico apresentou maior razão do peso seco da folha em relação as variedades IT82E-18 e Tete2.



**Figura 13:** Efeito do stress hídrico sobre a razão do peso seco da folha nas três variedades de feijão nhemba nas semanas 4, 7 e 10. Cada ponto representa a média de 6 plantas  $\pm$  desvio padrão. IT82E-18, Tete2 e Timbawene representam as diferentes variedades de feijão nhemba.

#### 8.2.5. Razão do Peso Seco da Raiz (RPSR)

A variedade IT82E-18 reduziu a razão do peso seco da raiz na sétima semana e aumentou na décima semana, a variedade Tete2 mostrou redução ao longo da experiência enquanto que Timbawene reduziu a razão do peso seco da raiz somente na décima semana. No tratamento stress a RPSR reduziu durante a experiência em IT82E-18, aumentou em Tete2 e reduziu somente na décima semana em Timbawene (Fig.14).

Todas as variedades do feijão nhemba mostraram diferenças significativas na razão do peso seco da raiz nos tratamentos controlo e stress na segunda (teste t;  $p < 0.05$ ) e terceira colheitas (teste t;  $p < 0.05$ ).

A razão do peso seco da raiz ao longo da experiência não mostrou diferenças significativas entre as variedades em condições de stress hídrico (One-way ANOVA;  $p > 0.05$ ).

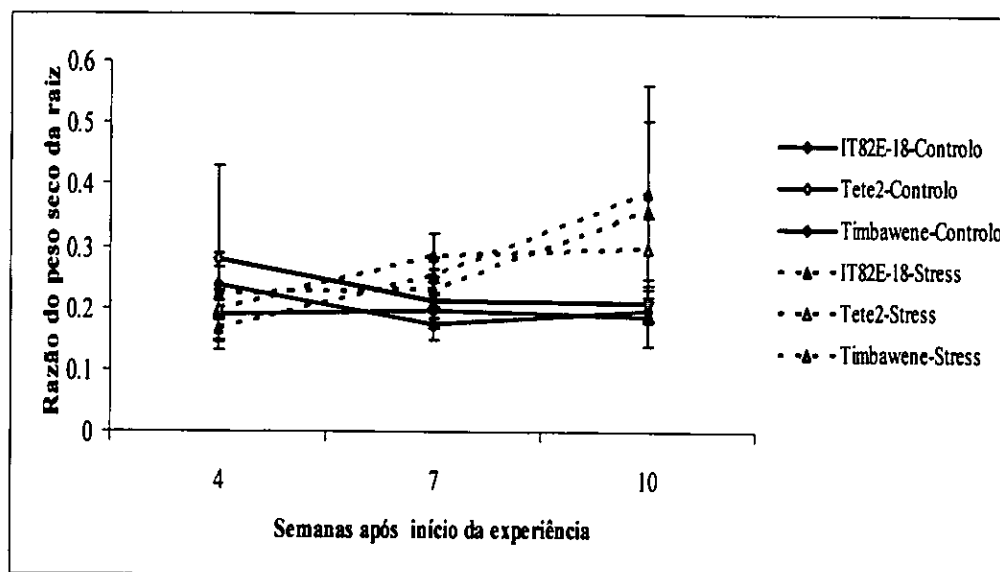


Figura 14: Efeito do stress hídrico sobre a razão do peso seco da raiz nas três variedades de feijão nhemba nas semanas 4, 7 e 10. Cada ponto representa a média de 6 plantas  $\pm$  desvio padrão. IT82E-18, Tete2 e Timbawene representam as diferentes variedades de feijão nhemba.

#### 8.2.6. Razão do Peso Seco da Raiz Pela Parte Aérea (RPSR/A)

As variedades IT82E-18 e Timbawene no tratamento controlo mostraram diminuição da razão do peso seco da raiz pela parte aérea na sétima semana seguido de um aumento na décima semana enquanto que a variedade Tete2 mostrou redução na razão do peso seco da raiz pela parte aérea ao longo de toda experiência. No tratamento stress hídrico a RPSR/A aumentou em IT82E-18 e Timbawene e reduziu em Tete2 ao longo de toda experiência (Fig.15).

A razão do peso seco da raiz pela parte aérea entre os tratamentos controlo e stress mostrou diferenças significativas na variedade IT82E-18 durante a sétima e décimas semanas (teste t;  $p < 0.05$  e  $p < 0.05$ ). Na variedade Tete2 a diferença entre os tratamentos verificou-se na décima semana (teste t;  $p < 0.05$ ), enquanto que na variedade Timbawene (teste t;  $p < 0.05$ ) foram observadas diferenças significativas na sétima semana.

A razão do peso seco da raiz pela parte aérea em condições de stress hídrico não mostrou diferenças significativas entre as três variedades de feijão nhemba ao longo da experiência (One-way ANOVA;  $p > 0.05$ ).

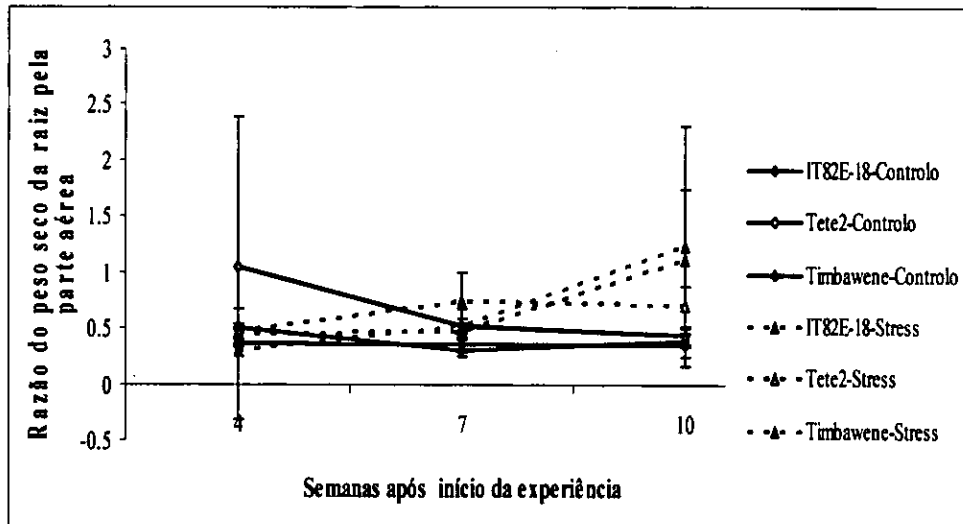


Figura 15: Efeito do stress hídrico sobre a razão do peso seco da raiz pela parte aérea nas três variedades de feijão nhemba nas semanas 4, 7 e 10. Cada ponto representa a média de 6 plantas  $\pm$  desvio padrão. IT82E-18, Tete2 e Timbawene representam as diferentes variedades de feijão nhemba.

### 8.2.7. Densidade da Raiz (DR)

Todas as variedades de feijão nhemba estudadas reduziram a densidade de suas raízes ao longo da experiência no tratamento controle, ao passo que no tratamento stress a redução ao longo da experiência verificou-se na variedade Tete2 e Timbawene. A variedade IT82E-18 aumentou o valor da densidade da raiz na décima semana (Fig.16).

A densidade da raiz mostrou diferenças significativas entre os tratamentos controle e stress na variedade IT82E-18 (teste t;  $p < 0.05$ ) durante a sétima semana. A variedade Tete2 mostrou diferenças durante a quarta (teste t;  $p < 0.05$ ) e sétima (teste t;  $p < 0.05$ ) semanas, enquanto que a variedade Timbawene mostrou diferenças significativas entre os dois tratamentos somente na sétima semana (teste t;  $p < 0.05$ ).

As três variedades de feijão nhemba no tratamento stress hídrico não mostraram diferenças significativas na densidade da raiz (One-way ANOVA;  $p > 0.05$ ) durante a experiência.

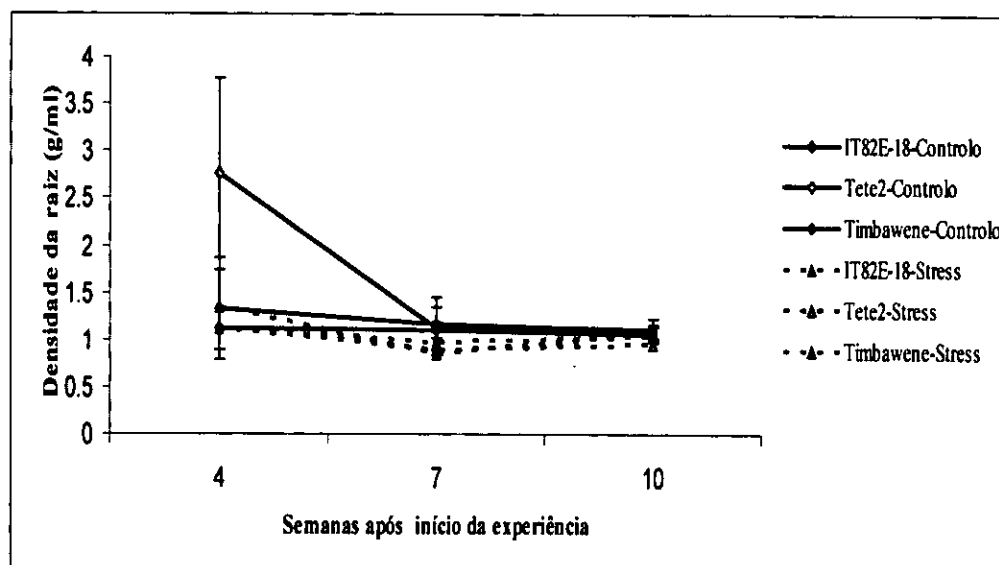


Figura 16: Efeito do stress hídrico sobre a densidade da raiz nas três variedades de feijão nhemba nas semanas 4, 7 e 10. Cada ponto representa a média de 6 plantas  $\pm$  desvio padrão. IT82E-18, Tete2 e Timbawene representam as diferentes variedades de feijão nhemba.

### 8.2.8 Índice de Tolerância (IT)

Os índices de tolerância para as três variedades foram calculados usando os pesos secos totais das plantas e mostraram um comportamento diferente em termos de índice de tolerância ao longo da experiência (Fig.16).

Na quarta semana a variedade Tete2 apresentou menor índice de tolerância em relação às variedades IT82E-18 e Timbawene. Na sétima semana a variedade Tete2 apresentou maior índice de tolerância em relação à IT82E-18 e Timbawene. A variedade IT82E-18 na décima semana apresentou maior índice de tolerância seguida de Timbawene e Tete2.

O índice de tolerância da variedade IT82E-18 reduziu na sétima semana e voltou a aumentar na décima semana enquanto que em Tete2 e Timbawene este reduziu continuamente ao longo de toda experiência.

O índice de tolerância ao stress hídrico não mostrou diferenças significativas entre as três variedades (ANOVA;  $p > 0.05$ ) durante a experiência.

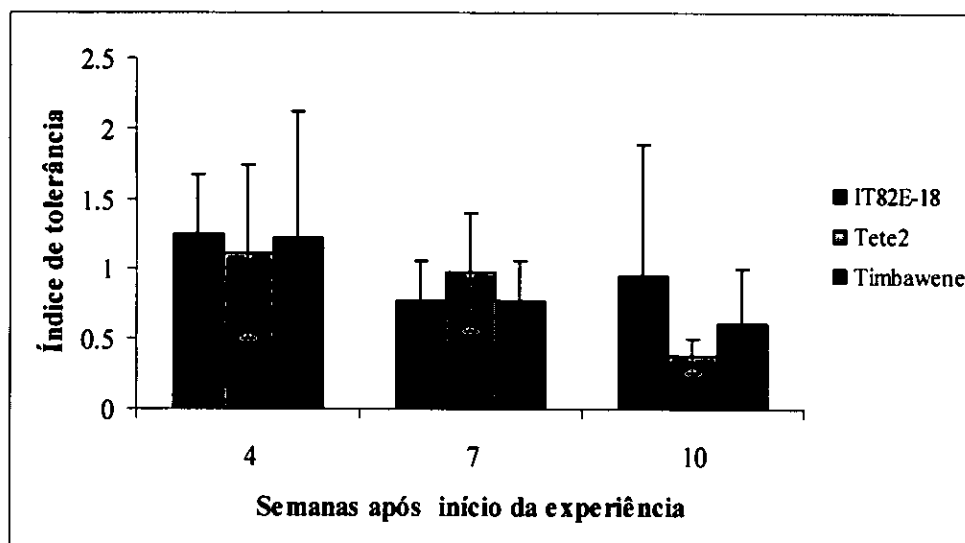


Figura 17: índice de tolerância das três variedades de feijão nhemba submetidas ao stress hídrico nas semanas 4, 7 e 10. Cada barra representa a média de 6 plantas  $\pm$  desvio padrão. IT82E-18, Tete2 e Timbawene representam as diferentes variedades de feijão nhemba.

### 8.2.9. Conteúdo Total de Água na Planta (CTAP)

O conteúdo de água no tratamento controlo diminuiu na décima semana nas variedades IT82E-18 e Timbawene enquanto que na variedade Tete2 este aumentou ao longo da experiência. No tratamento stress a variedade Timbawene diminuiu seu conteúdo de água na sétima semana e voltou a aumentar na décima semana enquanto que em IT82E-18 e Tete2 este aumentou ao longo de toda experiência (Fig.17).

O conteúdo de água na planta mostrou diferenças significativas entre os tratamentos controlo e stress na variedade IT82E-18 (teste t;  $p < 0.05$ ), tanto na quarta assim como na décima semana. Na variedade Timbawene (teste t;  $p < 0.05$ ), as diferenças entre os dois tratamentos notaram-se na décima semana.

As variedades de feijão nhemba submetidas ao stress hídrico mostraram diferenças significativas no conteúdo de água na planta (One-way ANOVA;  $p < 0.05$ ). A variedade IT82E-18 apresentou durante a experiência maior conteúdo de água, seguido da variedade Tete2 e Timbawene.



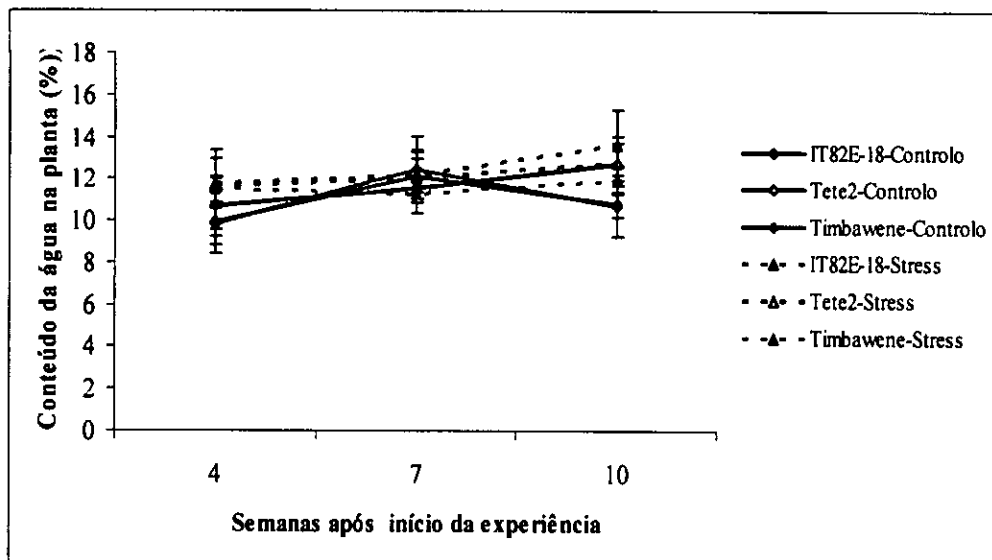


Figura 18: Efeito do stress hídrico sobre o conteúdo total de água na planta nas três variedades de feijão nhemba nas semanas 4, 7 e 10. Cada ponto representa a média de 6 plantas  $\pm$  desvio padrão. IT82E-18, Tete2 e Timbawene representam as diferentes variedades de feijão nhemba.

#### 8.2.10. Efeito do stress hídrico na floração

Na décima semana as plantas da variedade IT82E-18 começaram a florir, tendo se verificado este início de floração somente no tratamento controlo.

## 9. Discussão

### 9.1. Efeito do Stress hídrico no crescimento da raiz, caule, folha e planta total

As três variedades de feijão nhemba apresentaram maiores valores de peso seco da raiz no tratamento controlo em relação ao stress hídrico (Fig.2). Segundo Taiz e Zeiger, 1998; Kerbauy, 2004 citados por Lobato *et al.*, 2008, a baixa matéria seca verificada nas plantas submetidas ao stress hídrico quando comparadas as plantas controlo, surge como consequência do baixo crescimento da planta em condições de stress, isto porque, o crescimento e desenvolvimento de várias espécies dependem do turgor da célula, em que a água preenche os espaços da célula e exerce uma pressão positiva que promove através deste mecanismo a expansão dos tecidos. Estes resultados coincidem com os verificados por Sankar *et al.* (2007) citados por Lobato *et al.* (2008), estudando os efeitos da restrição de água em *Abelmoschus esculentus* em que ocorre diminuição da matéria seca da planta.

O efeito do stress hídrico começou a observar-se a partir da sétima semana, onde as plantas apresentaram-se mais fragilizadas que no tratamento controlo. Na décima semana algumas plantas da variedade Timbawene começaram a perder folhas acabando por morrer. Entretanto, nas outras duas variedades verificou-se a queda de folhas. Larcher (1986) citado por Nascimento *et al.*, (2004) afirma que, por causa da deficiência de água, ocorre perda progressiva da turgescência protoplasmática e aumento na concentração de solutos. Dos efeitos destes, resulta inicialmente um distúrbio na função celular, e assim surgem os défices funcionais e, por fim, as estruturas protoplasmáticas são danificadas.

O comprimento da raiz ao longo da experiência em condições de stress (Fig.4) mostrou maiores valores em comparação ao tratamento controlo. De acordo com Correia e Nogueira (2004), a imposição do stress reduz a alocação de biomassa das folhas e dos caules e aumenta a das raízes. Segundo os mesmos autores, esse tipo de resposta poderá estar associado a um mecanismo de tolerância ao stress hídrico, uma vez que em condições de baixa disponibilidade de água no solo, as plantas investem mais biomassa no sistema radicular, com objectivo de aumentar a capacidade de absorção de água e nutrientes. A variedade Timbawene no tratamento stress hídrico apresentou ao longo da experiência valores de

comprimento da raiz maiores que Tete2 e IT82E (Fig.4). É provável que este aumento seja um indicativo da tolerância ao stress hídrico por parte desta variedade.

A partir da sétima semana, o comprimento da raiz começou a mostrar diferenças entre os tratamentos controlo e stress hídrico. As plantas submetidas ao stress apresentaram valores elevados em relação às do tratamento controlo tendo isto ocorrido provavelmente como resposta ao stress hídrico que segundo (Leite e Filho, 2004), este provoca aprofundamento do sistema radicular, apresentando-se menos superficial e com maior concentração em profundidade, podendo ser entendido como importante mecanismo de adaptação a falta de água. Entretanto Shao *et al.*, 2008, afirmam que as respostas fisiológicas das plantas para o stress hídrico, geralmente variam com a severidade e a duração do mesmo. Segundo Correia e Nogueira (2004), o crescimento radicular superior ao caulinar é um comportamento considerado vantajoso, para as plantas sujeitas ao stress hídrico, facilitando a retirada de água mesmo depois da superfície do solo ter perdido a humidade durante a estação seca.

No presente estudo a densidade da raiz não aumentou com o stress hídrico e a razão deste resultado pode ser o facto de as plantas quando semeadas em vasos as suas raízes absorverem a água uniformemente e portanto não atingem grande densidade (Lobato *et al.*, 2008). Contudo, as três variedades de feijão nhemba em condições de stress hídrico não mostraram diferenças significativas na densidade da raiz ao longo da experiência (Fig.16). Estudos realizados por Abayomi (2008) na cultura de soja mostraram que as plantas com maior densidade da raiz eram mais resistentes à seca e a resistência depende muito da distribuição das raízes no solo.

O peso seco do caule em condições do stress hídrico mostrou valores menores em relação ao tratamento controlo (Fig.5). Estes resultados vão de acordo com os estudos realizados por Mohammadkhami e Heidari (2008) envolvendo duas variedades de milho, segundo os quais o primeiro efeito mensurável devido ao stress hídrico foi a redução do crescimento causado pelo declínio da expansão celular. Os processos de alongação da parede celular e síntese de carboidratos foram muito susceptíveis ao stress hídrico e a diminuição do crescimento foi uma consequência da turgescência, que fixa as células.

O tratamento controlo apresentou maiores valores de comprimento do caule em relação ao tratamento stress (Fig.6) durante toda a experiência, o que pode ser explicado pelo facto das plantas quando submetidas ao stress hídrico, reduzirem a turgescência e, conseqüentemente, a expansão celular, provocando redução no alongamento do caule (Resende *et al.*, 1981 citado por Leite e Filho, 2004).

O peso seco das folhas em todas variedades de feijão nhemba apresentou maiores valores no tratamento controlo em relação ao stress (Fig.7). Este resultado deve-se ao facto das folhas serem os centros de produção da fotossíntese e o resto da planta depender da translocação do material assimilado da folha para outros órgãos da planta de feijão nhemba, deste modo o stress hídrico nesta cultura, compromete tal translocação, contribuindo para os decréscimos de seu crescimento e produção (Leite *et al.* 1999, citados por Nascimento *et al.*, 2004).

Com a progressão da experiência as três variedades de feijão nhemba submetidas ao tratamento stress (Fig.8) apresentaram menor número de folhas em relação as plantas submetidas ao tratamento controlo. Isto pode se ter devido ao facto do número das folhas em plantas sob efeito de stress hídrico ser considerada com uma estratégia de sobrevivência sob condições adversas, para evitar a perda de água por transpiração (Kozłowski, 1976, citado por Correia e Nogueira, 2004). A variedade Tete2 mostrou no stress hídrico maior número de folhas em relação as variedades Timbawene e IT82E-18. É provável que este aumento seja um indicativo da tolerância ao stress hídrico por parte desta variedade.

A redução do número de folhas no início da floração com o stress hídrico e senescência prematura, aumentam a perda das folhas ocorrendo no estágio de floração. O stress hídrico pode afectar a área foliar através de efeito na acelerada taxa de senescência da folha (Abayomi, 2008).

A área das folhas de feijão nhemba foi ao longo de toda experiência positivamente influenciada pelo tratamento controlo enquanto que o tratamento stress mostrou uma influência negativa (Fig.9). Este facto vai de acordo com Correia e Nogueira (2004) segundo os quais, a redução da área foliar em plantas sob stress pode-se traduzir numa estratégia de sobrevivência, com o intuito de diminuir a área disponível à transpiração.

Após a sétima semana as folhas das variedades Timbawene apresentaram-se fragilizadas e enroladas razão pela qual na décima semana sua área foliar reduziu significativamente em relação as variedades IT82E-18 e Tete2 no tratamento stress hídrico. Larcher (1986) citado por Nascimento *et al.*, (2004), afirmam que a redução da perda de água, pela redução da superfície de transpiração da planta, para evitar a sua dissecação, parece ser uma das medidas comportamentais, entre outras, de resistência ao stress hídrico, reflectindo-se na sua morfologia. A redução da superfície de transpiração é efectuada rápida e reversivelmente, pelo desdobramento e enrolamento das folhas.

Plantas sob stress hídrico têm, usualmente a sua área foliar e produção de matéria seca reduzidas (Turk *et al.*, 1980; Singh, 1989 citados por Leite e Filho, 2004). Conforme observaram Gunton e Evenson (1980) citados por Leite e Filho (2004), o índice de área foliar e a taxa de produção de matéria seca são altamente correlacionados (Leite e Filho, 2004). Comportamento semelhante foi observado em plantas de feijão comum por Bonanno e Mack (1983) citados por Leite e Filho (2004), que ao analisar o efeito de diferentes níveis de irrigação no desenvolvimento desta cultura, verificaram que a massa seca total de plantas e folhas, a área foliar, a área média por folha e o número de folhas por planta, diminuíram com a duração do stress hídrico na planta. Ressalve-se que a redução na área foliar, foi devido ao decréscimo da área por folha e não ao número de folhas por planta (Leite e Filho, 2004). O stress hídrico, ao reduzir a turgescência, reduz a expansão celular, o que por sua vez, reduz o alongamento do caule e da folha (Brandes *et al.*, 1973, citados por Leite e Filho, 2004).

## 9.2. Efeito de Stress Hídrico nos parâmetros de Crescimento

As três variedades de feijão nhemba não mostraram diferenças significativas entre si na taxa de crescimento relativo quando submetidas ao stress hídrico (Fig.10). Menor taxa de crescimento em plantas sob stress hídrico geralmente é o resultado da diminuição da condutância estomática, pois, ao mesmo tempo que a redução da condutância estomática reduz a transpiração, reduz também a entrada de gás carbónico, diminuindo a taxa fotossintética e consequentemente a taxa de crescimento (Levitt, 1980 citado por Moratelli *et al.*, 2007). A variedade IT82E-18 em condições de stress hídrico apresentou maior taxa de

crescimento relativo em relação as variedades Tete2 e Timbawene (Fig.18). É provável que este aumento seja um indicativo da tolerância ao stress hídrico por parte desta variedade.

Os decréscimos induzidos na taxa de crescimento relativo dependem em grande parte da diminuição na taxa de assimilação líquida. Estes resultados estão de acordo com os de Poorter e Nagel (2000) citados por Dias *et al.* (2007), que indicam que o decréscimo na taxa de crescimento relativo devido à seca é causado principalmente pelas mudanças na taxa de assimilação líquida e, em menor medida, por alterações na área específica da folha. A seca causa alterações nos parâmetros de crescimento, incluindo diminuição na altura da planta, número de folhas e área foliar. Trabalhos feitos por Ren *et al.* (2007) em espécies de *Populus* relatam que a escassez de água pode limitar o crescimento da planta. O stress hídrico especialmente na fase vegetativa e de floração reduz a produção de folhas, ramos, peso da planta e índices de crescimento (taxa de crescimento da planta, taxa de crescimento relativo) (Abayomi, 2008).

A variedade Timbawene mostrou maior razão do peso seco da raiz pela parte aérea em relação às variedades Tete2 e IT82E-18 quando submetidas ao stress hídrico (Fig.15), sendo provável que este aumento seja um indicativo da tolerância ao stress hídrico por parte desta variedade. A razão do peso seco da raiz pela parte aérea em condições de stress hídrico aumentou em comparação ao tratamento controlo, e este resultado pode ser explicado pelo facto de enquanto o crescimento de uma planta como um todo é diminuído durante o stress hídrico, geralmente o crescimento das raízes é favorecido em relação a parte aérea indicando uma maior relação raiz/parte aérea (Begg e Turner, 1976 citados por Leite e Filho, 2004).

Na quarta semana a variedade Tete2 apresentou maior valor de razão do peso seco da raiz pela parte aérea no tratamento controlo enquanto na sétima e décima semanas os maiores valores foram verificados no tratamento stress. O facto da razão da raiz pela parte aérea ter aumentado na quarta semana e diminuído a seguir, pode ser provavelmente devido à intensidade e duração do stress hídrico, bem como ao estágio em que o mesmo se manifestou, uma vez que parecem ser as raízes menos sensíveis ao stress hídrico, quando comparadas a parte aérea (Leite e Filho, 2004).

O crescimento radicular superior ao caulinar é um comportamento considerado vantajoso para as plantas sujeitas ao stress hídrico, facilitando a retirada de água mesmo depois da superfície do solo ter perdido a humidade durante o stress hídrico. Segundo Leite e Filho (2004), o aumento da relação raiz/parte aérea em plantas sob stress hídrico seria um mecanismo de resistência à seca, pelo desenvolvimento de sistema radicular (aumento de área de absorção de água), em detrimento da parte aérea (diminuição da área de evapotranspiração).

O estado de água na planta é descrito em termos de potencial de água na folha ( $\psi_1$ ) ou conteúdo relativo de água (CRA) que pode ser usado como indicador de susceptibilidade ou tolerância ao stress hídrico. Espécies que exibem mudanças restritas no conteúdo relativo de água são muitas vezes consideradas resistentes ao stress hídrico (Hamidou *et al.*, 2007).

A variedade IT82E-18 em condições de stress hídrico mostrou maior conteúdo de água na planta em relação as variedades Tete2 e Timbawene (Fig.18). É provável que este aumento seja um indicativo da tolerância ao stress hídrico por parte desta variedade. As plantas no tratamento controlo apresentaram maior conteúdo de água em relação ao stress. A redução no conteúdo de água na planta é uma consequência da baixa disponibilidade hídrica no solo, onde a infiltração no ambiente se torna progressivamente negativa, causando muitas alterações fisiológicas e bioquímicas, que diminuem a perda hídrica da planta no ambiente durante a transpiração, para manter a função metabólica e ajustar as espécies osmoticamente (Kerbaui, 2004 citado por Lobato *et al.*, 2008).

Estudos feitos por Mohammadkhani e Heidare (2008) sobre o conteúdo relativo de água na cultura de trigo sob condições de stress hídrico indicaram que as culturas com um elevado conteúdo de água são muito resistentes. A redução do conteúdo de água tem sido seguida por uma redução na condutância estomática devido ao fecho dos estomas que provoca redução nas trocas gasosas ao nível de assimilação fotossintética (Boussadia *et al.*, 2008).

A razão do peso seco da folha é uma característica relativamente estável sob condições ambientais, na medida em que esta afecta mais o número e o tamanho das folhas individuais do que a razão entre o peso seco das folhas e o peso seco total da planta (Hamidou *et al.*, 2007).

Durante a experiência, as plantas sob stress hídrico tiveram sua razão do peso seco da folha reduzido. A razão do peso seco da folha é o reflexo da habilidade da planta de manter as suas características de desenvolvimento normais e é encontrado constante nas plantas que são adaptadas ao stress. As plantas não adaptadas exibem uma redução na razão do peso seco das folhas (Fitter e Hay, 1987). Neste estudo, a variedade Tete2 não apresentou redução da razão do peso seco da folha, supondo-se que seja tolerante ao stress hídrico em relação as variedades IT82E-18 e Timbawene.

A variedade IT82E-18 apresentou maior índice de tolerância seguido de Timbawene e Tete2 (Fig.17) embora as diferenças não tenham sido estatisticamente significativas. O elevado índice de tolerância na variedade IT82E-18 pode ser uma indicação de que esta variedade seja mais tolerante ao stress em relação à Timbawene e Tete2. Estudos feitos por Mohammadkhani e Heidare (2008) em duas variedades de trigo verificaram como tolerante ao stress hídrico a variedade que apresentava maior índice de tolerância.

Até ao fim da experiência as primeiras flores apareceram na variedade IT82E-18 somente no tratamento controlo. Com isto, evidencia-se claramente que a exigência de água na cultura de feijão nhemba aumenta com a proximidade da fase reprodutiva, denotando-se que esta cultura em estudo é mais tolerante ao stress hídrico na fase vegetativa. Estes resultados são concordantes com os de Leite *et al.* (1999) citados por Nascimento *et al.* (2004), quando relataram que os efeitos de stress hídrico durante a fase vegetativa de feijão nhemba provocavam menores reduções nos componentes de crescimento, porém na fase reprodutiva, ou seja, na pré-floração e no enchimento de grãos, os seus efeitos foram mais acentuados.

Entretanto, de acordo com Karramanos *et al.* (1982) citados por Nascimento *et al.* (2004), a ocorrência do stress hídrico durante a fase vegetativa inicial, provoca a redução do crescimento e da superfície fotossintética, ocorrendo conseqüentemente menor número de flores, de vagens por planta e de grãos por vagens.



## 10. Conclusões

- ❖ Os parâmetros de crescimento ligados ao stress hídrico nas variedades IT82E-18, Tete2 e Timbawene são: aumento do comprimento da raiz, razão do peso seco da raiz, razão do peso seco raiz pela parte aérea e conteúdo de água total na planta.
- ❖ As três variedades de feijão nhemba (IT82E-18, Tete2 e Timbawene) diferiram na sua resposta à restrição de irrigação ou défice hídrico.
- ❖ A variedade Timbawene em condições de stress hídrico apresentou ao longo da experiência maiores valores de comprimento da raiz e razão do peso seco da folha em comparação as variedades Tete2 e IT82E-18. A variedade Tete2 apresentou em condições de stress hídrico maior razão da área foliar em relação às variedades Timbawene e IT82E-18.
- ❖ O maior índice de tolerância ao stress hídrico e conteúdo de água na planta foi verificado na variedade IT82E-18 ao longo da experiência e esta variedade apresentou maiores valores de TCR e TAA em relação as variedades Tete2 e Timbawene.
- ❖ A variedade IT82E-18 apresentou-se mais tolerante ao efeito do stress hídrico em relação as variedades Tete2 e Timbawene.

com que base houve esta conclusão?

## 11. Constrangimentos

- ❖ Não foi possível a contagem e medição dos pesos frescos e secos das vagens. A não medição destes parâmetros deveu-se ao facto de estas não terem sido formadas, em nenhuma planta.
- ❖ Na segunda semana após início da experiência começaram a aparecer nas folhas das plantas de feijão nhemba manchas esbranquiçadas com pontos negros em toda superfície foliar provocando o enfraquecimento e queda das folhas. Na terceira semana iniciou-se pulverização das plantas. Passados alguns dias após a aplicação do fungicida, as plantas não mostraram reacção nenhuma, razão pela qual na quarta semana teve que se repetir a pulverização.
- ❖ Não foi feita a medição da temperatura e da humidade relativa do ar devido a não existência de um aparelho para tal.

## 12. Recomendações

- ❖ Um novo estudo deve ser feito com as mesmas variedades usadas de forma a validar os resultados obtidos no presente.
- ❖ Recomenda-se que se façam estudos de carácter morfológico, e molecular com estas e mais variedades usadas no país, e que a partir destes se recomende as variedades mais tolerantes e que se adaptem melhor as condições de stress hídrico.
- ❖ De modo a permitir que haja um melhor rendimento das plantas, evitando o ataque por fungos e insectos, recomenda-se a melhoria das condições nesta estufa, fazendo-se a desinfecção e pulverização periódicas, tratando-se melhor as árvores que se encontram à volta da estufa (fazendo-se a poda e pulverizando).

### 13. Referências Bibliográficas

Abayomi, Y. A. (2008). Comparative Growth and Grain Yield Responses of Early and Late Soybean Maturity Groups to Induced Soil Moisture Stress at Different Growth Stages. World Journal of Agricultural Sciences.4 (1): 71-78.

Amador, B. M.; E. Troyo-Diéguez; J. L. García- Hernández; R. López-Aguilar; N. Y. Ávila-Serrano; S. Zamora Salgado; E. O. Rueda-Puente e C. Kaya (2006). Effect of NaCl Salinity in the Genotypic Variation of Cowpea (*Vigna unguiculata*) Early Vegetative growth. Scientia Horticulture. 108: 423-431.

Araújo, J. P. P. e E. E. Walt (1988). Caupi no Brasil. Departamento de Publicações. Brasília. 722 pp.

Boussadia, O.; F. B. Mariem; B. Mechri ; W. Boussetta; M. Braham e S. B. El Hadj (2008). Response to Drought of Two Olive Tree Cultivars (cv Koroneki and Meski).Scientia Horticulturae.116: 388-393.

Carvalho, M. H. C. de; D. Laffray e P. Louguet (1998). Comparison of the physiological responses of *Phaseolus vulgaris* and *Vigna unguiculata* cultivars when submitted to drought conditions. Environmental and Experimental Botany 40: 197-207.

Correia, K. G. & R. J. M. C. Nogueira (2004). Avaliação do Crescimento do Amendoim (*Arachis hypogaea* L.) Submetido a Déficit Hídrico. Biologia e Ciências da Terra. 4:1-7.

Dias, P. C.; W. L. Araújo; G. A. B. K. Moraes; R. S. Barros e F. M. DaMatta (2007). Morphological and Physiological Responses of Two Coffee Progenies to Soil Water Availability. Journal of Plant Physiology. 164: 1639-1647.

Doddema, H & O. Quilambo (2000). Fisiologia Vegetal II. Manual de Aulas Laboratoriais. Universidade Eduardo Mondlane.

Ehlers, J. D & A. E. Hall (1997). Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). Field Crops Research. 53: 187-204.

Filho, R. R. G. & J. F. Tahin (2002). Respostas Fisiológicas de Cultivares de Caupi (*Vigna unguiculata*, L.) Erectos e Decumbentes a Diferentes Níveis de Irrigação. Engenharia na Agricultura. 10:1-4.

Fitter, A. H. & K. R. Hay (1981). Environmental Physiology of Plants. Academic Press. New York. 355 pp. ISBN 1 225 7760 4.

Fowler, J. & L. Cohen (1996). Practical Statistics for Field Biology. John Wiley & Sons. Chichester. New York. Brisbane. Toronto. Singapore. 227 pp.

Hamidou, F.; G. Zombre; O. Diouf; N. N. Diop; S. Guinko e S. Braconnier (2007). Physiological, Biochemical and Agromorphological Responses of Five Cowpea Genotypes (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) to Water Deficit Under Glasshouse Conditions. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 11 (3): 225-234.

Heemskerk, W. (1985). Cultura do feijão (Nhemba). Divulgação Série- agricultura, nº1 Ministério da Agricultura. Moçambique.

Heemskerk, W.; J. R. Simango e A. Leonardo (1988). Resultados de Investigação de Feijão nhemba (*Vigna unguiculata*). INIA. Moçambique.

Leite, M. L. & J. S. V. Filho (2004). Produção de matéria seca em plantas de caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) submetidas à défice hídrico. 10 (1): 43-51.

Levi, A. M. (2004). Efeitos da Pré-hidratação no crescimento de Feijão jugo (*Vigna Subterrânea*) em condições de Stress Hídrico. Tese de Licenciatura. DCB. UEM. 53 pp.

Lobato, A. K. S. ; C. F. O. Neto; R. C. L. Costa; B. G. S. Filho; F. J. R. Cruz e H. D. Laughinghouse (2008). Biochemical and Physiological Behaviour of *Vigna unguiculata* (L.) Walp Under Water Stress During the Vegetative Phase. Asian Journal Plant Science.7 (1): 44-49.

Mohammadkhani, N. & R. Heidari (2008). Effects of Drought Stress on Soluble Proteins in Two Maize Varieties. Turk J Biol. 32: 23-30.

Moratelli, E. M. ; M. D. Costa; P. E. Lovato; M. Santos e M. T. S. (2007). Efeito da Disponibilidade de Água e de Luz na Colonização Micorrízica e no Crescimento de *Tabebuia avellanedae* Lorentz ex griseb (Bignoniaceae). Revista Árvore. 31: 555-566.

Nascimento, J. T; M. B. Pedrosa e J. T. Sobrinho (2004). Efeito da Variação de Níveis de Água Disponível no Solo sobre o Crescimento e Produção de Feijão Caupi, Vagens e Grãos Verdes. Horticultura Brasileira. 22: 174-177.

Pimentel, C. & G. Hébert (1999). Potencial Fotossintético e Condutância Estomática em Espécies de Feijão Caupi Sob Deficiência Hídrica. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal.11 (1): 7-11.

Purseglove, J. W. (1968). Tropical Crops. Dicotyledons. Logman Group. London. 719 pp. ISBN 0 46666 0.

Quilambo, O. A. (2000). Functioning of Peanut (*Arachis Hypogaea* L.) under Nutrient Deficiency and Drought Stress in Relation to Symbiotic Associations. Van Denderen B. V., Groningen. ISBN 90367 1284x. 168 pp.

Ren, J.; W. Dai; Z. Xuan; Y. Yao; H. Korpelainen e C. Li (2007). The Effect of Drought and Enhanced UV-B Radiation on the Growth and Physiological Traits of Two Contrasting Popular Species. Forest Ecology and Management. 239: 112-119.

Rulkens, T. (1996). Apontamentos da Disciplina de Produção Vegetal I. Feijões. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal. UEM. Maputo.

Salisbury, F. B. & C. W. Ross (1992). Plant Physiology. Fourth edition. Wadsworth, inc. California. 628 pp. ISBN 0-534-15162-0.

Singh, S. & K. Rachie (1985). Cowpea Research Production and Utilization. Library of Congress Cataloging in Publication Data. US. 460pp.

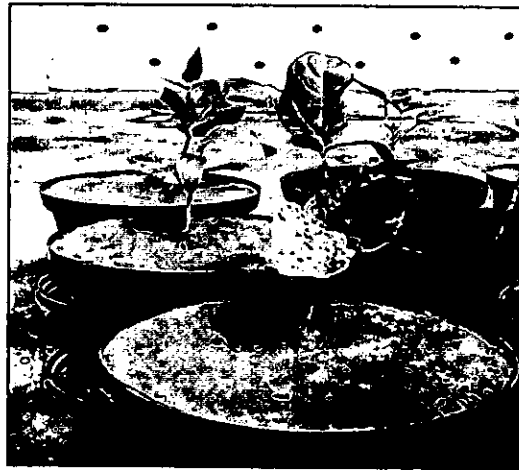
Sitoe, A. M. (2003). Efeito da deficiência de elementos nutrientes no desenvolvimento do amendoim (*Arachis hypogaea*) e Feijão jugo (*Voandzeia subterrânea*). Tese de Licenciatura. DCB. UEM. 69 pp.

Shao, H.; L. Chu; A. J. Cheruth e C. Zhao (2008). Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. C. R. Biologies. 11 (3): 225-234.

Zacarias, A. M. (1999). Curso de Gestão, investigação e desenvolvimento: Melhoramento da mandioca. INIA. Maputo. 35 pp.

<http://www.uem.mz>. Atualizado em 13 de Abril de 2008.

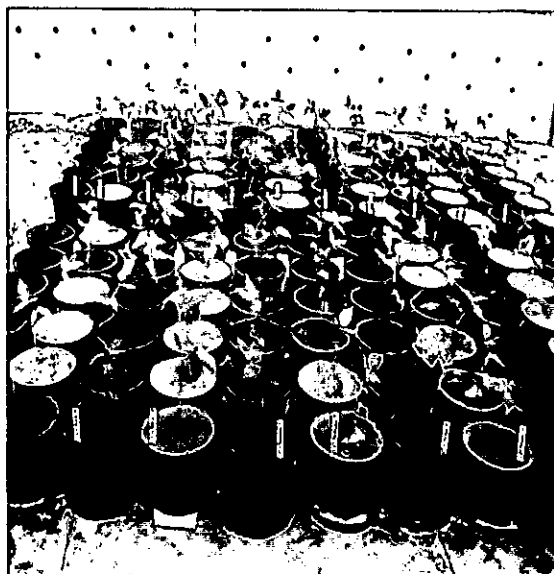
# ANEXOS



(a)



(b)



(c)

**Figura 1:** Efeito do stress hídrico no crescimento de três variedades de feijão nhemba (a)-Evidência enrolamento das folhas (b)- enfraquecimento e queda das folhas (c)-montagem da experiência.



## Anexo 1.

### Medição do conteúdo volumétrico de água no solo

O conteúdo volumétrico de água no solo é igual a diferença entre a capacidade de campo e o ponto de emurchecimento permanente.

#### 1. Capacidade de campo

Pode ser definido como o conteúdo de água saturado no solo em suas localizações naturais, após a água gravitacional passar através dele (Fitter e Hay, 1981).

A capacidade de campo foi determinada numa amostra recolhida no solo.

1- Pesou-se o vaso (peso 1 = 183.2g)

2- Pesou-se o vaso juntamente com o solo (peso 2 = 8400g)

3- Adicionou-se água ao solo contido no vaso (1450ml) deixando a água escorrer e voltou-se a pesar o vaso (peso 3 = 9822g)

4- Por fim fez-se a diferença entre o peso 3 e o peso2.

Capacidade de campo = peso 3 – peso2

Capacidade de campo = 9822g – 8400g

Capacidade de campo = 1422g

Condições óptimas de irrigação

1422----- 100%

X ----- 80%

X = 1137.6ml

Condições de stress hídrico

1422 ----- 100%

X ----- 20%

X = 284 ml

## **2. Ponto de emurchecimento permanente**

É o ponto onde as plantas não recuperam mais (devido a seca que sofreram) nem mesmo a noite ou protegidas da evaporação (Fitter e Hay, 1981).

1- Para determinar o ponto de emurchecimento permanente primeiro semeiou-se uma planta num vaso.

2- Determinou-se o peso do vaso mais a irrigação suficiente das plantas e deixou-se crescer durante algum tempo.

3- Voltou-se a deitar água quando a planta murchou, deixou-se crescer outra vez sem deitar água até murchar e assim sucessivamente.

Quando a planta murchou de vez obteve-se o ponto de emurchecimento permanente

## **Anexo 2. Método gravimétrico**

A área foliar foi obtida através do método gravimétrico, no qual desenhou-se os contornos de todas as folhas da planta e estas foram pesadas em uma balança electrónica como grupo e individualmente. Pesou-se também um quadrado com  $10\text{cm}^2$ . A área foliar foi calculada segundo a fórmula:

$$A \square (10\text{cm}^2) = 0.820\text{g}$$

$$Y \text{ cm}^2 = x\text{g}$$

Sendo:

$x\text{g}$  = peso da folha

$Y \text{ cm}^2$  = área da folha

**Anexo 3. Tabelas de teste t para comparação das médias entre os tratamentos controlo e stress nas três variedades de feijão nhemba durante a experiência**

**Comprimento da raiz**

Variedade feijac	Semanas de colheita:	Grupo das variedade	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
IT82E18	primeira colheita	C R	6	27.46667	7.716130	3.150097
		Stress	6	23.81667	4.508843	1.840728
	Segunda colheita	C R	6	35.23333	11.786885	4.811978
		Stress	6	41.63333	12.502906	5.104290
	treceira colheita	C R	6	40.80000	8.414987	3.435404
		Stress	6	57.91667	14.839867	6.058351
Tete2	primeira colheita	C R	6	51.35000	14.069364	5.743794
		Stress	6	34.15000	8.945781	3.652100
	Segunda colheita	C R	6	38.65000	19.186011	7.832656
		Stress	6	61.55000	13.890104	5.670611
	treceira colheita	C R	6	58.31667	11.624357	4.745624
		Stress	5	56.10000	4.437342	1.984439
Timbawene	primeira colheita	C R	6	43.80000	17.644603	7.203379
		Stress	6	44.80000	17.926182	7.318333
	Segunda colheita	C R	6	35.21667	12.283227	5.014608
		Stress	6	82.98333	18.563127	7.578365
	treceira colheita	C R	6	40.10000	16.483082	6.729190
		Stress	4	68.45000	10.931453	5.465727

Variedade feijac	Semanas de colheita:	Grupo das variedade	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
			F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	
IT82E18	primeira colheita	CR	Equal variance assumed	1.732	.217	1.000	10	.341	3.650000
		Stress	Equal variance assumed	.059	.812	-.912	10	.383	-6.400000
	treceira colheita	CR	Equal variance assumed	1.950	.193	-2.458	10	.034	7.116667
Tete2	primeira colheita	CR	Equal variance assumed	2.402	.152	2.527	10	.030	7.200000
		Stress	Equal variance assumed	.276	.611	-2.368	10	.039	2.900000
	treceira colheita	CR	Equal variance assumed	4.658	.059	.039	9	.970	.216667
Timbawene	primeira colheita	CR	Equal variance assumed	.142	.714	-.097	10	.924	-1.000000
		Stress	Equal variance assumed	4.745	.054	-5.256	10	.000	7.766667
	treceira colheita	CR	Equal variance assumed	.116	.742	-2.998	8	.017	8.350000

**Peso seco da raiz**

Variedade feijao	Semanas de colheitas	Grupo das variedades	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
IT82E18	primeira colheita	PSR	6	.08333	.021238	.008671
		Stress	6	.09117	.010759	.004393
	Segunda colheita	PSR	6	.16233	.045098	.018411
		Stress	6	.16433	.054394	.022206
	treceira colheita	PSR	6	.39783	.188821	.077086
		Stress	6	.43967	.127818	.052182
Tete2	primeira colheita	PSR	6	.15533	.038754	.015821
		Stress	6	.11933	.019002	.007757
	Segunda colheita	PSR	6	.19300	.055842	.022716
		Stress	6	.23200	.060808	.024825
	treceira colheita	PSR	6	.72917	.240062	.098005
		Stress	5	.35700	.040957	.018317
Timbawene	primeira colheita	PSR	6	.10517	.035521	.014502
		Stress	6	.09550	.023805	.009719
	Segunda colheita	PSR	6	.26517	.108649	.044356
		Stress	6	.24833	.094764	.038687
	treceira colheita	PSR	6	.41683	.318549	.130047
		Stress	4	.48975	.189072	.094536

Variedade feij	Semanas de colhe	Levene's Test for quality of Variance		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	
IT82E18	primeira colheita	PSR	1.946	.193	-.806	10	.439	-.007833
	Segunda colheita	PSR	.145	.711	-.069	10	.946	-.002000
	treceira colheita	PSR	1.609	.233	-.449	10	.663	-.041833
Tete2	primeira colheita	PSR	2.823	.124	2.043	10	.068	.036000
	Segunda colheita	PSR	1.006	.339	-1.159	10	.273	-.039000
	treceira colheita	PSR	8.386	.018	3.396	9	.008	.372167
Timbawene	primeira colheita	PSR	.148	.708	.554	10	.592	.009667
	Segunda colheita	PSR	.581	.464	.286	10	.781	.016833
	treceira colheita	PSR	.190	.674	-.408	8	.694	-.072917

### Comprimento do caule

Variedade feija	Semanas de colheita	Grupo das variedades	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
IT82E18	primeira colheita	CC	6	13.05000	2.360297	.963587
		Controlo	6	13.60000	2.247665	.917606
	Segunda colheita	CC	6	17.76667	1.917985	.783014
		Stress	6	16.41667	1.890414	.771758
	treceira colheita	CC	6	30.60000	8.403809	3.430841
		Stress	6	18.61667	2.080785	.849477
Tete2	primeira colheita	CC	6	18.76667	3.607030	1.472564
		Stress	6	18.26667	2.018580	.824082
	Segunda colheita	CC	6	29.35000	6.673155	2.724304
		Stress	6	24.63333	4.268802	1.742731
	treceira colheita	CC	6	35.15000	17.573816	7.174480
		Stress	5	26.78000	5.269440	2.356565
Timbawene	primeira colheita	CC	6	12.00000	1.513935	.618061
		Stress	6	10.36667	1.134313	.463081
	Segunda colheita	CC	6	11.60000	.742967	.303315
		Stress	6	13.20000	2.670580	1.090260
	treceira colheita	CC	6	18.95000	5.100882	2.082426
		Stress	4	11.32500	.275379	.137689

Variedade feija	Semanas de colheita	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means			
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
IT82E18	primeira colheita	.169	.690	-.413	10	.688	-.550000
	Segunda colheita	.067	.802	1.228	10	.248	1.350000
	treceira colheita	5.106	.047	3.390	10	.007	1.983333
Tete2	primeira colheita	.413	.535	.296	10	.773	.500000
	Segunda colheita	1.264	.287	1.458	10	.175	4.716667
	treceira colheita	2.834	.127	8.326	9	.000	38.370000
Timbawene	primeira colheita	.242	.633	2.115	10	.061	1.633333
	Segunda colheita	8.015	.018	-1.414	10	.188	-1.600000
	treceira colheita	6.483	.034	2.927	8	.019	7.625000

Peso seco do caule

Variedade feijac Semanas de colheita			Grupo das variedade	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
IT82E18	primeira colheita	PSC	Controlo	6	.09667	.027919	.011398
			Stress	6	.11400	.032317	.013193
	Segunda colheita	PSC	Controlo	6	.23900	.053273	.021749
			Stress	6	.18983	.033343	.013612
	treceira colheita	PSC	Controlo	6	.58633	.285115	.116398
			Stress	6	.36917	.139793	.057070
Tete2	primeira colheita	PSC	Controlo	6	.20433	.082138	.033533
			Stress	6	.22833	.041745	.017042
	Segunda colheita	PSC	Controlo	6	.32000	.089008	.036337
			Stress	6	.24917	.047935	.019569
	treceira colheita	PSC	Controlo	6	1.08383	.321527	.131263
			Stress	5	.31620	.050948	.022785
Timbawene	primeira colheita	PSC	Controlo	6	.16500	.058100	.023719
			Stress	6	.15600	.026855	.010964
	Segunda colheita	PSC	Controlo	6	.31767	.096577	.039427
			Stress	6	.24333	.056867	.023216
	treceira colheita	PSC	Controlo	6	.47383	.208702	.085202
			Stress	4	.21775	.029647	.014823

Variedade feij Semanas de colhe			Levene's Test for quality of Variances		t-test for Equality of Means			
			F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
IT82E18	primeira colheita	PSC	1.000	.341	-.994	10	.344	-.017333
	Segunda colheita	PSC	2.157	.173	1.916	10	.084	.049167
	treceira colheita	PSC	2.592	.138	1.675	10	.125	.217167
Tete2	primeira colheita	PSC	.392	.545	-.638	10	.538	-.024000
	Segunda colheita	PSC	.766	.402	1.716	10	.117	.070833
	treceira colheita	PSC	5.246	.048	5.237	9	.001	.767633
Timbawene	primeira colheita	PSC	.696	.424	.344	10	.738	.009000
	Segunda colheita	PSC	.289	.603	1.625	10	.135	.074333
	treceira colheita	PSC	4.528	.066	2.390	8	.044	.256083

**Peso seco da folha**

Variedade feij	Semanas de colheit	PSF	Grupo das variedades	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
							Mean
IT82E18	primeira colheita	PSF	Controlo	6	.18067	.062666	.025583
			Stress	6	.21633	.060245	.024595
	Segunda colheita	PSF	Controlo	6	.53433	.104026	.042469
			Stress	6	.34950	.106395	.043436
	treceira colheita	PSF	Controlo	6	1.08983	.606854	.247747
			Stress	6	.46050	.154832	.063210
Tete2	primeira colheita	PSF	Controlo	6	.27517	.128470	.052448
			Stress	6	.25500	.036326	.014830
	Segunda colheita	PSF	Controlo	6	.39050	.105915	.043239
			Stress	6	.33967	.111051	.045336
	treceira colheita	PSF	Controlo	6	1.65167	.227603	.092918
			Stress	5	.54200	.133664	.059776
Timbawene	primeira colheita	PSF	Controlo	6	.31883	.125457	.051217
			Stress	6	.31600	.055020	.022462
	Segunda colheita	PSF	Controlo	6	.78000	.327063	.133523
			Stress	6	.47200	.136169	.055591
	treceira colheita	PSF	Controlo	6	1.27483	.883257	.360588
			Stress	4	.57275	.240691	.120346

Variedade fei	Semanas de colheita	PSF	Levene's Test for quality of Variance		t-test for Equality of Means			
			F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
IT82E18	primeira colheita	PSF	.007	.935	-1.005	10	.339	-.035667
	Segunda colheita	PSF	.015	.906	3.043	10	.012	.184833
	treceira colheita	PSF	7.692	.020	2.461	10	.034	.629333
Tete2	primeira colheita	PSF	3.033	.112	.370	10	.719	.020167
	Segunda colheita	PSF	.024	.880	.811	10	.436	.050833
	treceira colheita	PSF	2.280	.165	9.563	9	.000	1.109667
Timbawene	primeira colheita	PSF	1.093	.320	.051	10	.961	.002833
	Segunda colheita	PSF	3.743	.082	2.130	10	.059	.308000
	treceira colheita	PSF	1.675	.232	1.524	8	.166	.702083

## Número de folhas

Variedade feija	Semanas de colheita	Grupo das variedades	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	
IT82E18	primeira colheita	NF	Controlo	6	2.00000	.000000 <sup>a</sup>	.000000
			Stress	6	2.00000	.000000 <sup>a</sup>	.000000
	Segunda colheita	NF	Controlo	6	3.66667	.516398	.210819
			Stress	6	3.33333	.816497	.333333
	treceira colheita	NF	Controlo	6	5.33333	1.861899	.760117
			Stress	6	3.33333	1.366260	.557773
Tete2	primeira colheita	NF	Controlo	6	2.16667	.752773	.307318
			Stress	6	2.00000	.000000	.000000
	Segunda colheita	NF	Controlo	6	4.33333	1.366260	.557773
			Stress	6	4.00000	1.095445	.447214
	treceira colheita	NF	Controlo	6	10.50000	1.224745	.500000
			Stress	5	5.60000	1.140175	.509902
Timbawene	primeira colheita	NF	Controlo	6	2.50000	.547723	.223607
			Stress	6	2.16667	.408248	.166667
	Segunda colheita	NF	Controlo	6	3.83333	.752773	.307318
			Stress	6	4.00000	1.264911	.516398
	treceira colheita	NF	Controlo	6	8.66667	3.829708	1.563472
			Stress	4	4.75000	.957427	.478714

a. t cannot be computed because the standard deviations of both groups are 0.

Variedade feija	Semanas de colheita	NF	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means			
			F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
IT82E18	Segunda colheita	NF	1.818	.207	.845	10	.418	.333333
	treceira colheita	NF	.333	.576	2.121	10	.060	2.000000
Tete2	primeira colheita	NF	9.434	.012	.542	10	.599	.166667
	Segunda colheita	NF	.500	.496	.466	10	.651	.333333
	treceira colheita	NF	.125	.732	6.812	9	.000	4.900000
Timbawene	primeira colheita	NF	4.000	.073	1.195	10	.260	.333333
	Segunda colheita	NF	1.988	.189	-.277	10	.787	-.166667
	treceira colheita	NF	1.807	.216	1.968	8	.085	3.916667



## Área foliar

Variedade feij	Semanas de colhei	AF	Grupo das varieda	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
							Mean
IT82E18	primeira colheita	AF	Controlo	6	62.1138	20.62824	8.42145
			Stress	6	66.0163	13.71128	5.59761
	Segunda colheita	AF	Controlo	6	69.0041	34.11021	3.92543
			Stress	6	106.4431	32.62184	3.31781
	treceira colheita	AF	Controlo	6	40.6707	200.62816	1.90610
			Stress	6	22.5407	45.19930	8.45254
Tete2	primeira colheita	AF	Controlo	6	100.7520	42.09352	7.18461
			Stress	6	91.5041	12.42196	5.07124
	Segunda colheita	AF	Controlo	6	20.7114	33.20617	3.55636
			Stress	6	14.7764	39.01428	5.92751
	treceira colheita	AF	Controlo	6	88.4553	68.63688	8.02089
			Stress	5	55.0976	42.98347	9.22279
Timbawene	primeira colheita	AF	Controlo	6	92.7033	33.71623	3.76459
			Stress	6	86.0569	11.62411	4.74552
	Segunda colheita	AF	Controlo	6	95.9959	78.60009	2.08835
			Stress	6	58.9634	47.76241	9.49892
	treceira colheita	AF	Controlo	6	26.3618	222.70835	0.92030
			Stress	4	53.9634	77.87395	8.93697

Variedade feij	Semanas de colhe	AF	Levene's Test for quality of Variances		t-test for Equality of Means			
			F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
IT82E18	primeira colheita	AF	1.561	.240	-.386	10	.708	-3.90244
	Segunda colheita	AF	.030	.867	3.247	10	.009	62.56098
	treceira colheita	AF	11.583	.007	2.598	10	.027	18.13008
Tete2	primeira colheita	AF	2.839	.123	.516	10	.617	9.24797
	Segunda colheita	AF	.055	.819	.284	10	.782	5.93496
	treceira colheita	AF	1.319	.280	9.389	9	.000	33.35772
Timbawene	primeira colheita	AF	1.836	.205	.456	10	.658	6.64634
	Segunda colheita	AF	.620	.449	.986	10	.347	37.03252
	treceira colheita	AF	.941	.360	1.464	8	.181	72.39837

### Razão da área foliar

Variedade feij	Semanas de colhei	Grupo das variedades	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	
IT82E18	primeira colheita	RAF	Controlo	6	53.59060	65.145251	5.595437
			Stress	6	2.27873	34.928148	4.259357
	Segunda colheita	RAF	Controlo	6	17.33505	26.462738	0.803368
			Stress	6	4.90521	6.570722	2.682486
	treceira colheita	RAF	Controlo	6	8.66841	41.954540	7.127869
			Stress	6	4.77558	54.468072	2.236497
Tete2	primeira colheita	RAF	Controlo	6	3.02791	75.825910	0.955798
			Stress	6	9.41108	16.719479	6.825699
	Segunda colheita	RAF	Controlo	6	9.35343	25.869393	0.561136
			Stress	6	9.76175	32.072315	8.093468
	treceira colheita	RAF	Controlo	6	6.42881	21.635905	8.832821
			Stress	5	4.41661	13.554291	6.061663
Timbawene	primeira colheita	RAF	Controlo	6	0.61339	38.166295	5.581325
			Stress	6	6.50339	44.998113	8.370403
	Segunda colheita	RAF	Controlo	6	9.55410	40.808450	6.659980
			Stress	6	8.30302	46.085354	8.814267
	treceira colheita	RAF	Controlo	6	9.56508	44.623044	8.217282
			Stress	4	6.46309	52.146625	6.073313

Variedade feij	Semanas de colhei	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	
IT82E18	primeira colheita	RAF	1.077	.324	1.369	10	.201	1.311875
	Segunda colheita	RAF	2.557	.141	1.117	10	.290	2.429840
	treceira colheita	RAF	.044	.837	1.208	10	.255	3.892827
Tete2	primeira colheita	RAF	10.444	.009	1.060	10	.314	3.616826
	Segunda colheita	RAF	.799	.392	-1.808	10	.101	0.408320
	treceira colheita	RAF	.265	.619	1.073	9	.311	2.012201
Timbawene	primeira colheita	RAF	.274	.612	1.001	10	.340	4.110001
	Segunda colheita	RAF	.057	.816	-3.134	10	.011	8.748918
	treceira colheita	RAF	.457	.518	.101	8	.922	3.101988

### Razão do peso seco da folha

Variedade feij: Semanas de colhe				Grupo das variedades	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
IT82E18	primeira colheita	RPSF	Controlo	6	.49489	.070494	.028779	
			Stress	6	.50829	.030461	.012436	
	Segunda colheita	RPSF	Controlo	6	.57154	.031449	.012839	
			Stress	6	.49090	.028968	.011826	
	treceira colheita	RPSF	Controlo	6	.50567	.058555	.023905	
			Stress	6	.35593	.070693	.028860	
Tete2	primeira colheita	RPSF	Controlo	6	.40365	.127480	.052043	
			Stress	6	.42458	.046512	.018989	
	Segunda colheita	RPSF	Controlo	6	.43539	.080596	.032903	
			Stress	6	.40510	.072565	.029625	
	treceira colheita	RPSF	Controlo	6	.48469	.045306	.018496	
			Stress	5	.44210	.075471	.033752	
Timbawene	primeira colheita	RPSF	Controlo	6	.52726	.053236	.021734	
			Stress	6	.55745	.029439	.012018	
	Segunda colheita	RPSF	Controlo	6	.56537	.037468	.015296	
			Stress	6	.48975	.021893	.008938	
	treceira colheita	RPSF	Controlo	6	.54810	.107457	.043869	
			Stress	4	.43881	.166823	.083412	

Variedade feij: Semanas de colhe			Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means			
			F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
IT82E18	primeira colheita	RPSF	.842	.380	-.427	10	.678	-.013402
	Segunda colheita	RPSF	.314	.587	4.620	10	.001	.080645
	treceira colheita	RPSF	.648	.440	3.996	10	.003	.149746
Tete2	primeira colheita	RPSF	1.601	.234	-.378	10	.713	-.020934
	Segunda colheita	RPSF	.096	.764	.684	10	.509	.030292
	treceira colheita	RPSF	.578	.466	1.161	9	.276	.042587
Timbawene	primeira colheita	RPSF	.446	.519	-1.216	10	.252	-.030191
	Segunda colheita	RPSF	3.655	.085	4.269	10	.002	.075623
	treceira colheita	RPSF	.634	.449	1.274	8	.238	.109288

### Razão do peso seco da raiz pela parte aérea

Variedade feija	Semanas de colheit.	RPSR/A	Grupo das variedades	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
IT82E18	primeira colheita	RPSR/A	Controlo	6	.49992	.168458	.068773
			Stress	6	.44497	.107872	.044038
	Segunda colheita	RPSR/A	Controlo	6	.30264	.051924	.021198
			Stress	6	.47340	.069796	.028494
	treceira colheita	RPSR/A	Controlo	6	.39119	.058228	.023771
			Stress	6	1.11651	.677918	.276759
Tete2	primeira colheita	RPSR/A	Controlo	6	1.04158	1.346552	.549728
			Stress	6	.47169	.071937	.029368
	Segunda colheita	RPSR/A	Controlo	6	.51225	.163769	.066858
			Stress	6	.74352	.276816	.113010
	treceira colheita	RPSR/A	Controlo	6	.43243	.087107	.035561
			Stress	5	.69889	.205759	.092018
Timbawene	primeira colheita	RPSR/A	Controlo	6	.36518	.117703	.048052
			Stress	6	.30195	.053868	.021991
	Segunda colheita	RPSR/A	Controlo	6	.34565	.060641	.024756
			Stress	6	.51870	.074803	.030538
	treceira colheita	RPSR/A	Controlo	6	.35128	.107098	.043723
			Stress	4	1.23441	1.239913	.619957

Variedade fe	Semanas de colh	RPSR/A	Levene's Test for quality of Variance		t-test for Equality of Means			
			F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
IT82E18	primeira colheita	RPSR/A	.540	.480	.673	10	.516	.054948
	Segunda colheita	RPSR/A	1.553	.241	-4.808	10	.001	-.170760
	treceira colheita	RPSR/A	26.075	.000	-2.611	10	.026	-.725319
Tete2	primeira colheita	RPSR/A	5.450	.042	1.035	10	.325	.569888
	Segunda colheita	RPSR/A	.446	.520	-1.761	10	.109	-.231268
	treceira colheita	RPSR/A	2.784	.130	-2.900	9	.018	-.266459
Timbawene	primeira colheita	RPSR/A	1.369	.269	1.197	10	.259	.063229
	Segunda colheita	RPSR/A	.028	.870	-4.402	10	.001	-.173049
	treceira colheita	RPSR/A	10.592	.012	-1.791	8	.111	-.883130

## Densidade da raiz

Variedade feij: Semanas de colhei			Grupo das varieda	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
IT82E18	primeira colheita	DR	Controlo	6	1.3282	.53937	.22020
			Stress	6	1.3576	.19143	.07815
	Segunda colheita	DR	Controlo	6	1.1616	.28030	.11443
			Stress	6	.8445	.18072	.07378
	treceira colheita	DR	Controlo	6	1.1006	.11478	.04686
			Stress	6	1.0817	.18392	.07508
Tete2	primeira colheita	DR	Controlo	6	2.7600	1.01092	.41271
			Stress	6	1.1261	.17228	.07033
	Segunda colheita	DR	Controlo	6	1.1295	.22720	.09275
			Stress	6	.8950	.11621	.04744
	treceira colheita	DR	Controlo	6	1.0870	.06782	.02769
			Stress	5	.9603	.30842	.13793
Timbawene	primeira colheita	DR	Controlo	6	1.1160	.21825	.08910
			Stress	6	1.1209	.27846	.11368
	Segunda colheita	DR	Controlo	6	1.0988	.08208	.03351
			Stress	6	.9709	.10875	.04440
	treceira colheita	DR	Controlo	6	1.0521	.08364	.03415
			Stress	4	1.0271	.14003	.07002

Variedade fei Semanas de colh	Levene's Test for quality of Variance		t-test for Equality of Means			
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
IT82E18	4.941	.050	primeira colheita DR	10	.902	-.02945
			Segunda colheita DR	10	.042	.31709
			treceira colheita DR	10	.835	.01887
Tete2	7.125	.024	primeira colheita DR	10	.003	1.63394
			Segunda colheita DR	10	.048	.23442
			treceira colheita DR	9	.349	.12669
Timbawene	.123	.733	primeira colheita DR	10	.974	-.00485
			Segunda colheita DR	10	.044	.12786
			treceira colheita DR	8	.731	.02493

### Taxa de crescimento relativo

Variedade feij	Semanas de colheita	Grupo das variedades	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	
IT82E18	primeira colheita	TCR	Controlo	6	.25000	.000000 <sup>a</sup>	.000000
			Stress	6	.25000	.000000 <sup>a</sup>	.000000
	Segunda colheita	TCR	Controlo	6	.20022	.043172	.017625
			Stress	6	.11070	.121478	.049593
	treceira colheita	TCR	Controlo	6	.11735	.155596	.063522
			Stress	6	.14439	.060254	.024599
Tete2	primeira colheita	TCR	Controlo	6	.25000	.000000 <sup>a</sup>	.000000
			Stress	6	.25000	.000000 <sup>a</sup>	.000000
	Segunda colheita	TCR	Controlo	6	.10326	.060620	.024748
			Stress	6	.07801	.055740	.022756
	treceira colheita	TCR	Controlo	6	.24538	.015587	.006363
			Stress	5	.11810	.052940	.023676
Timbawene	primeira colheita	TCR	Controlo	6	.25000	.000000 <sup>a</sup>	.000000
			Stress	6	.25000	.000000 <sup>a</sup>	.000000
	Segunda colheita	TCR	Controlo	6	.18774	.042428	.017321
			Stress	6	.11651	.102089	.041678
	treceira colheita	TCR	Controlo	6	-.01821	.334704	.136642
			Stress	4	.10552	.049258	.024629

a. t cannot be computed because the standard deviations of both groups are 0.

Variedade fe	Semanas de coll	Levene's Test for equality of Variance		t-test for Equality of Means			
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
IT82E18	Segunda colheita: TCR	3.430	.094	1.701	10	.120	.089519
	treceira colheita: TCR	9.038	.013	-.397	10	.700	.027039
Tete2	Segunda colheita: TCR	.003	.959	.751	10	.470	.025252
	treceira colheita: TCR	9.352	.014	5.657	9	.000	.127278
Timbawene	Segunda colheita: TCR	2.163	.172	1.578	10	.146	.071230
	treceira colheita: TCR	2.726	.137	-.720	8	.492	.123724

### Razão do peso seco da raiz

Variedade feij	Semanas de colheita	RPSR	Grupo das variedades	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
IT82E18	primeira colheita	RPSR	Controlo	6	.23784	.050490	.020613
			Stress	6	.22384	.042930	.017526
	Segunda colheita	RPSR	Controlo	6	.17238	.025665	.010478
			Stress	6	.23159	.030875	.012605
	treceira colheita	RPSR	Controlo	6	.19541	.017020	.006948
			Stress	6	.35930	.142939	.058355
Tete2	primeira colheita	RPSR	Controlo	6	.28047	.148589	.060661
			Stress	6	.19772	.013893	.005672
	Segunda colheita	RPSR	Controlo	6	.21211	.029147	.011899
			Stress	6	.28456	.034627	.014137
	treceira colheita	RPSR	Controlo	6	.20724	.029910	.012211
			Stress	5	.29707	.049495	.022135
Timbawene	primeira colheita	RPSR	Controlo	6	.18777	.039706	.016210
			Stress	6	.16715	.022605	.009228
	Segunda colheita	RPSR	Controlo	6	.19415	.026664	.010886
			Stress	6	.25302	.027562	.011252
	treceira colheita	RPSR	Controlo	6	.18600	.046429	.018955
			Stress	4	.38943	.170899	.085450

Variedade feij	Semanas de colheita	RPSR	Levene's Test for quality of Variance		t-test for Equality of Means			
			F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
IT82E18	primeira colheita	RPSR	.029	.869	.517	10	.616	.013999
	Segunda colheita	RPSR	.211	.656	-3.612	10	.005	-.059206
	treceira colheita	RPSR	19.308	.001	-2.789	10	.019	-.163888
Tete2	primeira colheita	RPSR	4.542	.059	1.358	10	.204	.082747
	Segunda colheita	RPSR	.057	.816	-3.921	10	.003	-.072447
	treceira colheita	RPSR	1.400	.267	-3.726	9	.005	-.089835
Timbawene	primeira colheita	RPSR	2.568	.140	1.105	10	.295	.020616
	Segunda colheita	RPSR	.007	.937	-3.760	10	.004	-.058866
	treceira colheita	RPSR	4.909	.058	-2.842	8	.022	-.203423

### Taxa de assimilacao aparente

Variedade feijar	Semanas de colheita	TAA	Grupo das variedades	N	Mean	Std. Deviation
IT82E18	primeira colheita	TAA	Controlo	6	.00072671	.000130775
			Stress	6	.00080815	.000081656
	Segunda colheita	TAA	Controlo	6	.00063844	.000162648
			Stress	6	.00036671	.000394662
	treceira colheita	TAA	Controlo	6	.00034352	.000532293
			Stress	6	.00054748	.000229107
Tete2	primeira colheita	TAA	Controlo	6	.00065423	.000113810
			Stress	6	.00069683	.000032335
	Segunda colheita	TAA	Controlo	6	.00032654	.000164797
			Stress	6	.00023249	.000158840
	treceira colheita	TAA	Controlo	6	.00083279	.000091448
			Stress	5	.00042083	.000203111
Timbawene	primeira colheita	TAA	Controlo	6	.00084271	.000105105
			Stress	6	.00092385	.000146335
	Segunda colheita	TAA	Controlo	6	.00072663	.000137922
			Stress	6	.00036234	.000283497
	treceira colheita	TAA	Controlo	6	-.000087	.001407224
			Stress	4	.00043990	.000263319

Variedade fei	Semanas de colh.	TAA	Levene's Test for quality of Variance		t-test for Equality of Means			
			F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
IT82E18	primeira colheita	TAA	.763	.403	-1.294	10	.225	.0000814
	Segunda colheita	TAA	2.564	.140	1.559	10	.150	.0027173
	treceira colheita	TAA	6.450	.029	-.862	10	.409	.0002040
Tete2	primeira colheita	TAA	7.852	.019	-.882	10	.398	.0000426
	Segunda colheita	TAA	.045	.837	1.006	10	.338	.0009405
	treceira colheita	TAA	3.908	.079	4.488	9	.002	.0041196
Timbawene	primeira colheita	TAA	.537	.480	-1.103	10	.296	.0000811
	Segunda colheita	TAA	.833	.383	2.830	10	.018	.0036429
	treceira colheita	TAA	2.229	.174	-.727	8	.488	.0005274



**Peso seco total da planta**

Variedade de feija fase da colheita		Grupo das variedades		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
IT82E18	Colheita1	Peso Seco Totz	Controle	6	.36067	.094182	.038450
			stress	6	.42150	.097969	.039996
	Colheita2	Peso Seco Totz	Controle	6	.93567	.175089	.071480
			stress	6	.70367	.184423	.075290
	Colheita3	Peso Seco Totz	Controle	6	2.07400	1.068138	.436066
			stress	6	1.26933	.215338	.087911
Tete2	Colheita1	Peso Seco Totz	Controle	6	.63483	.229381	.093645
			stress	6	.60267	.076787	.031348
	Colheita2	Peso Seco Totz	Controle	6	.90350	.216335	.088318
			stress	6	.82083	.205151	.083753
	Colheita3	Peso Seco Totz	Controle	6	3.46467	.759587	.310100
			stress	5	1.21520	.130417	.058324
Timbawene	Colheita1	Peso Seco Totz	Controle	6	.58900	.210475	.085926
			stress	6	.56750	.099255	.040521
	Colheita2	Peso Seco Totz	Controle	6	1.36283	.515434	.210425
			stress	6	.96367	.280915	.114683
	Colheita3	Peso Seco Totz	Controle	6	2.16550	1.378202	.562649
			stress	4	1.28025	.227496	.113748

Variedade de fei fase da colhei			Levene's Test for quality of Variance:		t-test for Equality of Means			
			F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
IT82E18	Colheita1	Peso Seco To	.237	.637	-1.096	10	.299	-.060833
	Colheita2	Peso Seco To	.005	.944	2.235	10	.049	.232000
	Colheita3	Peso Seco To	9.912	.010	1.809	10	.101	.804667
Tete2	Colheita1	Peso Seco To	2.421	.151	.326	10	.751	.032167
	Colheita2	Peso Seco To	.040	.845	.679	10	.512	.082667
	Colheita3	Peso Seco To	9.218	.014	6.485	9	.000	2.249467
Timbawene	Colheita1	Peso Seco To	.911	.362	.226	10	.826	.021500
	Colheita2	Peso Seco To	2.382	.154	1.666	10	.127	.399167
	Colheita3	Peso Seco To	1.969	.198	1.249	8	.247	.885250

### Conteúdo de água total na planta

Variedade de feija fase da colheita:			Grupo das variedades	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
IT82E18	Colheita1	CAP	Controle	6	9.92397	1.544792	.630659
			stress	6	11.75643	1.197814	.489005
	Colheita2	CAP	Controle	6	12.14290	.786235	.320979
			stress	6	12.17804	1.145344	.467585
	Colheita3	CAP	Controle	6	10.73414	1.479331	.603934
			stress	6	13.60861	1.678926	.685419
Tete2	Colheita1	CAP	Controle	6	10.65422	1.409234	.575317
			stress	6	11.63206	.440084	.179663
	Colheita2	CAP	Controle	6	11.49209	.494054	.201697
			stress	6	12.05818	1.274783	.520428
	Colheita3	CAP	Controle	6	12.71304	.984312	.401844
			stress	5	12.81125	1.240209	.554638
Timbawene	Colheita1	CAP	Controle	6	9.84195	1.048418	.428015
			stress	6	11.48777	1.891465	.772187
	Colheita2	CAP	Controle	6	12.43744	1.611166	.657756
			stress	6	11.26317	.881841	.360010
	Colheita3	CAP	Controle	6	10.68562	.547484	.223509
			stress	4	11.97733	.618347	.309173

Variedade de fe fase da colhe			Levene's Test for quality of Variance:		t-test for Equality of Means			
			F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
IT82E18	Colheita1	CAP	.152	.705	-2.296	10	.045	1.832464
	Colheita2	CAP	.312	.589	-.062	10	.952	-.035137
	Colheita3	CAP	.133	.723	-3.147	10	.010	2.874470
Tete2	Colheita1	CAP	2.439	.149	-1.622	10	.136	-.977835
	Colheita2	CAP	1.443	.257	-1.014	10	.334	-.566086
	Colheita3	CAP	.264	.620	-.147	9	.887	-.098206
Timbawene	Colheita1	CAP	1.515	.247	-1.864	10	.092	1.645819
	Colheita2	CAP	7.312	.022	1.566	10	.148	1.174265
	Colheita3	CAP	.087	.775	-3.480	8	.008	1.291708

## Índice de tolerância

Índice de Tolerancia

fase da colheita		N	Mean	Std. Deviation
Colheita1	IT82E18	6	1.24742	.420568
	Tete2	6	1.11839	.617781
	Timbawene	6	1.21883	.900783
	Total	18	1.19488	.637311
Colheita2	IT82E18	6	.77858	.279136
	Tete2	6	.97543	.420795
	Timbawene	6	.77735	.281580
	Total	18	.84379	.327858
Colheita3	IT82E18	6	.95689	.937528
	Tete2	5	.37690	.121142
	Timbawene	4	.61656	.395423
	Total	15	.67281	.646819

### ANOVA

Índice de Tolerancia

fase da colheita		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Colheita1	Between Groups	.055	2	.028	.060	.942
	Within Groups	6.850	15	.457		
	Total	6.905	17			
Colheita2	Between Groups	.156	2	.078	.700	.512
	Within Groups	1.671	15	.111		
	Total	1.827	17			
Colheita3	Between Groups	.935	2	.467	1.139	.352
	Within Groups	4.923	12	.410		
	Total	5.857	14			

**Anexo 4. Tabelas de Anova para comparação das médias entre as três variedades de feijão nhemba em condições de stress hídrico.**

**ANOVA**

Comprimento da raiz

Grupo das variedades		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Controlo	Between Groups	1877.991	2	938.996	4.659	.014
	Within Groups	10278.526	51	201.540		
	Total	12156.517	53			
Stress	Between Groups	4891.981	2	2445.990	6.695	.003
	Within Groups	17535.636	48	365.326		
	Total	22427.617	50			

Dependent Variable: Comprimento da raiz

LSD

Grupo das variedades	(I) Variedade feijao	(J) Variedade feijao	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Controlo	IT82E18	Tete2	-14.272222*	4.732156	.004
		Timbawene	-5.205556	4.732156	.276
	Tete2	IT82E18	14.272222*	4.732156	.004
		Timbawene	9.066667	4.732156	.061
	Timbawene	IT82E18	5.205556	4.732156	.276
		Tete2	-9.066667	4.732156	.061
Stress	IT82E18	Tete2	-9.154248	6.464180	.163
		Timbawene	-23.909028*	6.567247	.001
	Tete2	IT82E18	9.154248	6.464180	.163
		Timbawene	-14.754779*	6.657523	.031
	Timbawene	IT82E18	23.909028*	6.567247	.001
		Tete2	14.754779*	6.657523	.031

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

**ANOVA**

Peso seco da raiz

Grupo das variedades		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Controlo	Between Groups	.196	2	.098	1.705	.192
	Within Groups	2.924	51	.057		
	Total	3.119	53			
Stress	Between Groups	.005	2	.002	.097	.908
	Within Groups	1.212	48	.025		
	Total	1.216	50			

## ANOVA

## Comprimento do caule

Grupo das variedades		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Controlo	Between Groups	11466.147	2	5733.074	12.121	.000
	Within Groups	24122.566	51	472.991		
	Total	35588.713	53			
Stress	Between Groups	1081.409	2	540.705	39.799	.000
	Within Groups	652.117	48	13.586		
	Total	1733.526	50			

Dependent Variable: Comprimento do caule

## LSD

Grupo das variedades	(I) Variedade feijao	(J) Variedade feijao	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Controlo	IT82E18	Tete2	-27.283333*	7.249456	.000
		Timbawene	6.288889	7.249456	.390
	Tete2	IT82E18	27.283333*	7.249456	.000
		Timbawene	33.572222*	7.249456	.000
	Timbawene	IT82E18	-6.288889	7.249456	.390
		Tete2	-33.572222*	7.249456	.000
Stress	IT82E18	Tete2	-6.806536*	1.246566	.000
		Timbawene	4.542361*	1.266442	.001
	Tete2	IT82E18	6.806536*	1.246566	.000
		Timbawene	11.348897*	1.283851	.000
	Timbawene	IT82E18	-4.542361*	1.266442	.001
		Tete2	-11.348897*	1.283851	.000

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

## ANOVA

## Peso seco do caule

Grupo das variedades		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Controlo	Between Groups	.598	2	.299	2.998	.047
	Within Groups	5.084	51	.100		
	Total	5.682	53			
Stress	Between Groups	.028	2	.014	1.631	.206
	Within Groups	.414	48	.009		
	Total	.442	50			

Dependent Variable: Peso seco do caule

LSD

Grupo das variedades	(I) Variedade feijao	(J) Variedade feijao	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Controlo	IT82E18	Tete2	-.228722*	.105246	.034
		Timbawene	-.011500	.105246	.913
	Tete2	IT82E18	.228722*	.105246	.034
		Timbawene	.217222*	.105246	.044
	Timbawene	IT82E18	.011500	.105246	.913
		Tete2	-.217222*	.105246	.044
Stress	IT82E18	Tete2	-.037196	.031404	.242
		Timbawene	.020146	.031905	.531
	Tete2	IT82E18	.037196	.031404	.242
		Timbawene	.057342	.032343	.083
	Timbawene	IT82E18	-.020146	.031905	.531
		Tete2	-.057342	.032343	.083

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

#### ANOVA

Peso seco da folha

Grupo das variedades		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Controlo	Between Groups	.393	2	.196	.525	.595
	Within Groups	19.088	51	.374		
	Total	19.481	53			
Stress	Between Groups	.083	2	.041	1.660	.201
	Within Groups	1.197	48	.025		
	Total	1.280	50			

#### ANOVA

Numero de folhas

Grupo das variedades		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Controlo	Between Groups	37.333	2	18.667	1.904	.159
	Within Groups	500.000	51	9.804		
	Total	537.333	53			
Stress	Between Groups	7.085	2	3.542	1.756	.184
	Within Groups	96.837	48	2.017		
	Total	103.922	50			

## ANOVA

## Area da folha

Grupo das variedades		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Controlo	Between Groups	19966.936	2	9983.468	.338	.715
	Within Groups	1505095	51	29511.671		
	Total	1525062	53			
Stress	Between Groups	8980.212	2	4490.106	2.097	.134
	Within Groups	102766.7	48	2140.973		
	Total	111746.9	50			

## ANOVA

## Razao da area da folha

Grupo das variedades		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Controlo	Between Groups	36920.552	2	18460.276	6.601	.003
	Within Groups	142622.5	51	2796.519		
	Total	179543.0	53			
Stress	Between Groups	14783.089	2	7391.545	3.528	.037
	Within Groups	100559.6	48	2094.991		
	Total	115342.6	50			

Dependent Variable: Razao da area da folha

LSD

Grupo das variedades	(I) Variedade feijao	(J) Variedade feijao	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Controlo	IT82E18	Tete2	-9.738696	17.627375	.583
		Timbawene	49.953832*	17.627375	.007
	Tete2	IT82E18	9.738696	17.627375	.583
		Timbawene	59.692527*	17.627375	.001
	Timbawene	IT82E18	-49.953832*	17.627375	.007
		Tete2	-59.692527*	17.627375	.001
Stress	IT82E18	Tete2	-36.432319*	15.479765	.023
		Timbawene	-.681668	15.726579	.966
	Tete2	IT82E18	36.432319*	15.479765	.023
		Timbawene	35.750652*	15.942762	.030
	Timbawene	IT82E18	.681668	15.726579	.966
		Tete2	-35.750652*	15.942762	.030

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

## ANOVA

Razao do peso seco da folha

Grupo das variedades		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Controlo	Between Groups	.111	2	.056	9.621	.000
	Within Groups	.295	51	.006		
	Total	.406	53			
Stress	Between Groups	.053	2	.027	4.170	.021
	Within Groups	.307	48	.006		
	Total	.360	50			

Dependent Variable: Razao do peso seco da folha

LSD

Grupo das variedades	(I) Variedade feijao	(J) Variedade feijao	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Controlo	IT82E18	Tete2	.082793*	.025347	.002
		Timbawene	-.022875	.025347	.371
	Tete2	IT82E18	-.082793*	.025347	.002
		Timbawene	-.105668*	.025347	.000
	Timbawene	IT82E18	.022875	.025347	.371
		Tete2	.105668*	.025347	.000
Stress	IT82E18	Tete2	.028848	.027026	.291
		Timbawene	-.050697	.027457	.071
	Tete2	IT82E18	-.028848	.027026	.291
		Timbawene	-.079545*	.027834	.006
	Timbawene	IT82E18	.050697	.027457	.071
		Tete2	.079545*	.027834	.006

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

## ANOVA

Razao do peso seco da raiz parte aerea

Grupo das variedades		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Controlo	Between Groups	1.000	2	.500	2.320	.109
	Within Groups	10.989	51	.215		
	Total	11.989	53			
Stress	Between Groups	.035	2	.017	.071	.931
	Within Groups	11.773	48	.245		
	Total	11.808	50			



## ANOVA

## Densidade da raiz

Grupo das variedades		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Controlo	Between Groups	3.299	2	1.650	4.496	.016
	Within Groups	18.710	51	.367		
	Total	22.009	53			
Stress	Between Groups	.086	2	.043	.777	.465
	Within Groups	2.647	48	.055		
	Total	2.732	50			

Dependent Variable: Densidade da raiz

## LSD

Grupo das variedades	(I) Variedade feijao	(J) Variedade feijao	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Controlo	IT82E18	Tete2	-.46203*	.20190	.026
		Timbawene	.10783	.20190	.596
	Tete2	IT82E18	.46203*	.20190	.026
		Timbawene	.56986*	.20190	.007
	Timbawene	IT82E18	-.10783	.20190	.596
		Tete2	-.56986*	.20190	.007
Stress	IT82E18	Tete2	.09884	.07942	.219
		Timbawene	.05341	.08068	.511
	Tete2	IT82E18	-.09884	.07942	.219
		Timbawene	-.04543	.08179	.581
	Timbawene	IT82E18	-.05341	.08068	.511
		Tete2	.04543	.08179	.581

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

## ANOVA

## Taxa de crescimento relativo

Grupo das variedades		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Controlo	Between Groups	.037	2	.018	.855	.431
	Within Groups	1.093	51	.021		
	Total	1.130	53			
Stress	Between Groups	.003	2	.001	.175	.840
	Within Groups	.409	48	.009		
	Total	.412	50			

## ANOVA

Razao de peso seco da raiz

Grupo das variedades		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Controlo	Between Groups	.018	2	.009	2.447	.047
	Within Groups	.192	51	.004		
	Total	.211	53			
Stress	Between Groups	.003	2	.001	.149	.862
	Within Groups	.449	48	.009		
	Total	.451	50			

Dependent Variable: Razao de peso seco da raiz

LSD

Grupo das variedades	(I) Variedade feijao	(J) Variedade feijao	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Controlo	IT82E18	Tete2	-.031395	.020473	.131
		Timbawene	.012570	.020473	.542
	Tete2	IT82E18	.031395	.020473	.131
		Timbawene	.043965*	.020473	.037
	Timbawene	IT82E18	-.012570	.020473	.542
		Tete2	-.043965*	.020473	.037
Stress	IT82E18	Tete2	.013985	.032695	.671
		Timbawene	.016656	.033216	.618
	Tete2	IT82E18	-.013985	.032695	.671
		Timbawene	.002671	.033672	.937
	Timbawene	IT82E18	-.016656	.033216	.618
		Tete2	-.002671	.033672	.937

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

## ANOVA

Taxa de assimilacao aparente

Grupo das variedades		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Controlo	Between Groups	.000	2	.000	.180	.836
	Within Groups	.000	51	.000		
	Total	.000	53			
Stress	Between Groups	.000	2	.000	1.074	.350
	Within Groups	.000	48	.000		
	Total	.000	50			

## ANOVA

Indice de Tolerancia

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.187	2	.094	.268	.766
Within Groups	16.783	48	.350		
Total	16.970	50			

## ANOVA

Peso Seco Total

Grupo das variedade		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Controle	Between Groups	2.672	2	1.336	1.029	.365
	Within Groups	66.191	51	1.298		
	Total	68.863	53			
stress	Between Groups	.081	2	.041	.331	.720
	Within Groups	5.897	48	.123		
	Total	5.978	50			

## ANOVA

Conteudo relativo da agua

Grupo das variedade		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Controle	Between Groups	5.235	2	2.617	1.203	.309
	Within Groups	110.960	51	2.176		
	Total	116.195	53			
stress	Between Groups	8.348	2	4.174	2.432	.044
	Within Groups	82.383	48	1.716		
	Total	90.732	50			

Dependent Variable: Conteudo relativo da agua  
LSD

Grupo das variedade	(I) Variedade de feijao	(J) Variedade de feijao	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Controle	IT82E18	Tete2	-.686118	.491673	.169
		Timbawene	-.054666	.491673	.912
	Tete2	IT82E18	.686118	.491673	.169
		Timbawene	.631452	.491673	.205
	Timbawene	IT82E18	.054666	.491673	.912
		Tete2	-.631452	.491673	.205
stress	IT82E18	Tete2	.385084	.443070	.389
		Timbawene	.988425*	.450134	.033
	Tete2	IT82E18	-.385084	.443070	.389
		Timbawene	.603341	.456322	.192
	Timbawene	IT82E18	-.988425*	.450134	.033
		Tete2	-.603341	.456322	.192

\*. The mean difference is significant at the .05 level.