

633.3 : 33

Ext R



59

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal

Departamento de Engenharia Rural

Trabalho de Diploma

23474

**Efeito do stress hídrico no rendimento e conteúdo protéico do
grão do feijão nhemba**

Autor:

Dinis Filipe Mahanjane

Supervisor:

Engº Rogério Marcos Chiulele

Co - Supervisor:

Prof. Doutor Inácio Calvino Maposse

Maputo, Setembro 2006.



Dedicatória

-À memória dos meus pais, Filipe Mahanjane e Maria Matusse; e dos meus irmãos, Arlindo, Eusébio e Olinda.

-Aos meus filhos: Sucélia, Eufrásia, Lucrecia, Celso e à minha esposa Teresa

-Aos meus irmãos: Júlio, João, Bernardo, Antonieta, Amélia, Fabião, Luis, José, António

-Aos meus tios: Raquelina, Flora, Francisco, Rui I, Fernando, José, Rui II

Agradecimento

Aos meus supervisores: Eng^o Rogério Marcos Chiulele e Doutor Inácio Calvino Maposse, pelo apoio científico, esforço, dedicação e atenção que tiveram durante a elaboração e realização deste, sem os quais o presente trabalho não teria a qualidade apreciável que hoje merece.

Aos técnicos e trabalhadores da Estação Agrária de Umbelúzi, especialmente ao sr. Licusse. Dos técnicos, Dona Hermínia, Sr. Ricardo, Sr. Bernardino, Sr. Chico e Sr. Siteo

Aos meus primos: Filomena, Maurício, Diamantino, Ferrão, Silveira, Francisco, Rui, Betinho, Suzana, Nininha, Tina, Glória, Chiquinho, Albertina, Marieta, Hawa, Daniel; aos meus sobrinhos: Roisse, Raquelina, Ivan, Célia, Filipe, Simião,

Aos meus amigos e colegas: Chale, Intuere, Mugadui, Imane, Boaventura, Filimone, Feijão, Elísio, Manjate, Clara, Agostinho, Gregório e Pondja.

RESUMO

O feijão nhemba (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), é uma leguminosa de alto valor protéico que a cada dia conquista maior valor agroeconómico, graças principalmente, à característica de adaptabilidade a condições adversas. É produzido em regime de sequeiro na maior parte das regiões áridas e semi-áridas da África sub-Sahariana. As baixas produtividades do feijão nhemba são resultantes do uso de sementes não melhoradas, solos de baixa fertilidade e precipitações pluviométricas irregulares. A disponibilidade de água é um factor de relevância no que concerne à maximização dos ganhos de produtividade agrícola. Por isso, o seu crescimento e rendimento são reduzidos devido à ocorrência do stress hídrico. O conhecimento da resposta de algumas variedades do nhemba às condições de disponibilidade limitada de água pode permitir recomendar às populações rurais a usar as variedades mais resistentes ao stress hídrico. Por isso um ensaio foi conduzido no Distrito de Boane, Estação Agrária de Umbelúzi, com vista a testar a resposta de 6 variedades de feijão nhemba ao stress hídrico. O rendimento e conteúdo protéico da semente foram usados para identificar as variedades mais tolerantes ao stress hídrico. O crescimento e o rendimento foram afectados porque o stress hídrico reduziu a área foliar, que resultou na pouca produção de biomassa e do grão. A reduzida área foliar em condições de stress hídrico foi devida ao reduzido número de folhas e a reduzida taxa de expansão foliar, mas o número de folhas foi o factor que mais contribuiu para reduzir a área foliar. O baixo rendimento da semente foi resultado dum menor número de vagens por planta. As seis variedades testadas responderam diferentemente ao stress hídrico. Das seis variedades, três (INIA-46, TIMBAWENE MOTEADO e TIMBAWENE CRÈME), não registaram rendimento. A variedade TIMBAWENE AMANE, de estado genético local, crescimento prostrado, com folhas largas apresentou melhor vigor nas condições de disponibilidade de água, mas foi a variedade que registou o menor rendimento, devido a sua maior área foliar que contribuiu para uma excessiva perda de água por transpiração.

A variedade SUDAN, registou maior rendimento seguida de IIT 82E-16, ambas de crescimento erecto, estado genético melhorado, devido ao rápido fecho de estomas e à acumulação da prolina, que induziu ao ajustamento osmótico e contribuiu para manter alto o potencial da água.

Dedicatória.....	i
Agradecimento.....	ii
Resumo.....	iii
Abreviaturas.....	iv
1.0. Introdução.....	1
1.1. Objectivos do estudo.....	2
1.1.1. Objectivo geral.....	2
1.1.2. Objectivos específicos.....	2
2.0. Revisão Bibliográfica.....	3
2.1. Sistema de cultivo em Moçambique.....	3
2.2. Variedades do feijão nhemba usadas em Moçambique.....	3
2.2.1. Variedades determinadas insensíveis ao fotoperíodo.....	3
2.2.2. Variedades indeterminadas sensíveis ao fotoperíodo.....	4
2.2.3. Variedades indeterminadas insensíveis ao fotoperíodo.....	4
2.2.4. Variedades actualmente em uso em Moçambique.....	4
2.3. Importância do nhemba.....	4
2.4. Efeito do stress hídrico no crescimento e desenvolvimento da cultura do feijão nhemba.....	6
2.5. Efeito do stress hídrico no rendimento e componentes de rendimento.....	8
2.5.1. O stress hídrico, o peso dos nódulos e acumulação de nitrogénio.....	8
2.5.2. Efeito do stress hídrico no número de vagens e no peso de sementes.....	8
2.6. Relação da água da planta e as mudanças osmóticas durante o stress hídrico.....	10
2.7. Mecanismos de adaptação da planta durante o stress hídrico.....	11
2.8. Como medir o stress hídrico.....	12
3.0. Materiais e Métodos.....	13
3.1. Materiais.....	13
3.2. Metodologia.....	14
3.2.1. Preparação inicial do solo.....	14
3.2.2. O Delineamento Experimental.....	14
3.2.3. Sementeira.....	14
3.2.4. Indução das plantas ao stress hídrico.....	15
3.2.5. Sacha e aplicação de cipermetrina.....	15
3.2.6. Levantamento de insectos.....	16
3.2.7. Levantamento de infestantes.....	16
3.2.8. A colheita.....	16
3.2.9. Variáveis medidas.....	17
3.2.10. Determinação de proteínas.....	18
3.2.10.1. Método Biureto.....	18
3.3. Método de análise estatística usado.....	18
4.0. Resultados e Discussão.....	20
4.1. Número de vagens por planta.....	20
4.2. Número de sementes por vagem.....	21

4.3. Peso de 100 sementes em gramas.....	22
4.4. Rendimento (Ton/ha)	23
4.5. Proteínas Totais(%).....	24
5.0. Conclusão e recomendações	25
5.1. Conclusões.....	25
5.2. Recomendações	26
6.0. Referência Bibliográfica.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.3.1. Composição nutricional do feijão nhemba em 100 gramas	5
Tabela 2.3.2. Composição química do feijão nhemba em percentagem.....	6
Tabela 4.1a. Características de cultivares de feijão nhemba IIT 82E-16, TIMBAWENE AMANE e SUDAN	19
Tabela 4.1b. Resumo dos efeitos das variedades, stress hídrico e interacção.....	20
Tabela 4.2. Número médio de vagens por planta nas diferentes variedades estudadas.....	21
Tabela 4.3. Número médio de grãos por vagem nas diferentes variedades estudadas.....	22
Tabela 4.4. Peso médio de 100 sementes em diferentes variedades testadas.....	22
Tabela 4.5. Rendimento médio (ton/ha).....	23

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1: Perfil das variedades
- Anexo 2: Esquema geral do ensaio
- Anexo 3: Número médio de vagens por planta e percentagens de perdas
- Anexo 4: Rendimento (ton/ha) obtidos nas diferentes unidades experimentais
- Anexo 5: Percentagens de proteínas obtidas por semente com rega e com stress hídrico
- Anexo 6: Tendência de número de sementes com aumento de amostras do stress hídrico e da rega
- Anexo 7: Dados Globais colhidos no ensaio

- Anexo 8: Modelo de Análise da variância
- Anexos 9: Resultados de análise de variância
 - 9i – Análise de variância para o número de vagens por planta com stress hídrico e com rega
 - 9ii – Análise de variância para o número de grãos por vagem com stress hídrico e com rega
 - 9iii – Análise de variância para o peso de 100 sementes com stress hídrico e com rega
 - 9iv – Análise de variância para o rendimento (ton/ha) com stress hídrico e com rega
 - 9v – Análise de variância para o conteúdo protéico com rega e com stress hídrico

- Anexo 10: Resultado do trabalho desenvolvido sobre o stress hídrico no feijão nhemba no Brasil
- Anexo 11: Procedimento para preparação da curva de calibração
- Anexo 12: Dados meteorológicos colhidos na Estação Agrária de Umbelúzi
- Anexo 13. Percentagem de perdas parciais e globais de rendimento nas diferentes variedades testadas
- Anexo 14: Ficha usado na recolha de dados do ensaio
- Anexo 15: Material usado

ABREVIATURAS:

Kg/ha – Quilograma por hectare

ton/ha – Toneladas por hectare

V1 – Variedade 1 (INIA-46)

V2 – Variedade 2 (IIT 82E - 16)

V3 – Variedade 3 (TIMBAWENE MOTEADO)

V4 – Variedade 4 (TIMBAWENE AMANE)

V5 – Variedade 5 (TIMBAWENE CREME)

V6 – Variedade 6 (SUDAN)

V7 – Variedade 7 – de bordadura

IITA – Instituto Internacional de Agricultura Tropical

Var – Variedade

P 100s (g) – Peso de 100 sementes

Rend(ton/ha) – Rendimento em toneladas por hectare

Prot_t(%) = Proteínas Totais em percentagem

Pesg – “peso do grão”

C.V (%) – Coeficiente de variação em percentagem

mm – milímetros

H. Rel (%) – Humidade relativa em percentagem

Na₀ – Nível de água 0 (sem rega)

Na₁ - Nível de água 1 (com rega)

Km/h – quilómetros por hora

% - percentagem

mg – miligramas

nvagpl - número de vagens por planta

ngvag - número de grãos por vagem

prot – proteínas

volt – volume total do extrato

Tr – Tratamento “rega”

Ts – Tratamento “stress”

P > F – Probabilidade

1.INTRODUÇÃO

O Feijão nhemba (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), é uma cultura bastante importante para a segurança alimentar nos países em via de desenvolvimento. A sua importância reside no facto de ser rico em proteínas com alto conteúdo de aminoácidos essenciais como a lisina e triptofano que balanceam a dieta das populações baseada nos cereais, raízes e tubérculos que são pobres destes aminoácidos. É produzido para a obtenção do grão seco, mas as folhas frescas e tenras bem como as vagens verdes e grão verde podem ser consumidos como hortaliças. Para além do consumo humano o feijão nhemba pode ser usado como forragem, consumindo-se como feno ou silagem (Vieira *et al.*, 2001), dada a sua riqueza em proteínas e sua boa palatabilidade para os animais. Pode ser também usado como cultura de cobertura para a protecção do solo de altos níveis de erosão, como adubo verde e fixadora de nitrogénio para a recuperação de solos com baixa fertilidade ou esgotada, devido ao uso intensivo (Singh *et al.*, 1985).

A produção de feijão nhemba em África anda a volta de 1,5 a 3,0 ton/ha (Raemaekers, 2001). Em Moçambique, o feijão nhemba é a segunda leguminosa mais importante após o amendoim, ocupando uma área estimada em cerca de 180 000 ha com um rendimento médio de 300 kg/ha (Heemskerk, 1987). É cultivado em sequeiro pelo sector familiar, geralmente consociado com o milho, mandioca e mapira. As províncias de Nampula, Zambézia, Inhambane e Cabo Delgado são as maiores produtoras do nhemba (Rulkens, 1996).

Apesar de ser importante, os seus rendimentos continuam baixos (cerca de 300 kg/ha). As pragas, pobre controle de infestantes, doenças, manejo inadequado, baixa fertilidade dos solos, as datas de sementeira, densidade sub-óptimas e o stress hídrico são alguns dos factores que contribuem para os baixos rendimentos da cultura.

O stress hídrico é um dos maiores constrangimentos para a produção de nhemba, dado que é produzido em regime de sequeiro, com chuvas irregulares e erráticas às vezes começando tarde e terminando cedo. Tem sido referido que o stress hídrico na fase vegetativa atrasa o início da floração, causando uma redução no período reprodutivo das plantas e consequentemente no número de flores produzidas (Ernesto, 2004). Estudos feitos por Carvalho *et al.* (2000) citando Karamanos *et al.* (1982), referem que a ocorrência do déficit hídrico durante a fase inicial de

desenvolvimento da cultura provoca uma redução do crescimento e da superfície fotossintética, ocorrendo, conseqüentemente, menor número de flores, de vagens por planta e de sementes por vagem.

Para o conteúdo protéico, o momento, duração e a intensidade do stress, o stress hídrico pode ser prejudicial quando reduzir o nível de proteínas, ou benéfico quando aumentar o nível de proteínas, melhorando assim a qualidade (Chiulele, 2003).

Dada a importância que o stress hídrico tem sobre o crescimento, desenvolvimento e rendimento desta cultura torna-se necessário investigar as respostas das variedades IIT 82E-16, TIMBAWENE AMANE e SUDAN para se identificar as variedades resistentes ao stress hídrico. O seu conhecimento pode contribuir para a melhoria das práticas culturais e para o melhoramento de variedades tolerantes à seca. Por isso, este estudo foi conduzido para avaliar a resposta de 3 variedades ao stress hídrico na fase vegetativa.

1.1. Objectivos do estudo

1.1.1. Objectivo Geral

- Avaliar a resposta de 3 variedades do feijão nhemba sujeitas ao stress hídrico

1.1.2. Objectivos Específicos

- Avaliar o rendimento do grão em função de dois níveis de disponibilidade da água (“rega” e “stress”)
- Avaliar o conteúdo das proteínas de reserva e totais do grão em função de dois níveis de disponibilidade da água (“rega” e “stress”)
- Identificar a variedade mais tolerante ao stress hídrico
- Avaliar a interacção entre variedades e stress hídrico

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Sistema de cultivo em Moçambique

Em Moçambique, o feijão nhemba é cultivado pelo sector familiar e para subsistência. Nampula, Inhambane, Cabo Delgado e Zambézia são os maiores produtores, consociando com o milho, mandioca e mapira em solos arenosos e franco-arenosos (Heemskerk, 1987; Rulkens, 1996).

O período de cultivo em Moçambique depende da região. Em geral, o cultivo de nhemba é feito no período chuvoso em condições de sequeiro. Na zona Norte a sementeira é feita de Fevereiro a Março, e sendo na zona Sul feita nos finais de Setembro até Dezembro (Rulkens, 1996). Estima-se em cerca de 180 000 ha de feijão nhemba com uma produção média de 300 kg/ha, sendo a maior produção na Zona Norte e a maior em consociação com mandioca (Heemskerk, 1987).

2.2. Variedades do feijão nhemba usadas em Moçambique

Segundo Rulkens (1996) as variedades de feijão nhemba de Moçambique podem ser divididas em 3 grupos, segundo as características fotoperiódicas e hábito de crescimento.

2.2.1. Variedades determinadas insensíveis ao fotoperíodo

Nesta categoria, o grupo de variedades "Namura" cultivado na Zona Norte, cujo peso de 100 sementes varia de 12-18 gramas, é cultivado em consociação com mandioca nas Províncias de Zambézia, Nampula e Cabo Delgado. Estas variedades semeadas em solos férteis com suficiente humidade desenvolvem um hábito de crescimento prostrado (Heemskerk, 1987).

Na Zona Sul é cultivado o grupo de variedades "Chichengane" ou "Sacana", pertencente ao cultigrupo Biflora, com o peso de 100 sementes que varia de 10-12 gramas. Segundo Heemskerk (1987) e referido por Rulkens (1996), neste grupo existe muita variação, mas de um modo geral são variedades erectas, por vezes indeterminadas e insensíveis ao fotoperíodo.

2.2.2. Variedades indeterminadas sensíveis ao fotoperíodo

Nesta categoria, o grupo de variedades "Ecute", cultivado na Zona Norte, cujo peso de 100 sementes varia de 20-30 gramas, é muito sensível ao fotoperíodo, muito prostrado e tem grande poder de produção de folhas (Heemskerk, 1987 ; Rulkens, 1996).

Na Zona Sul é cultivado o grupo de variedades "Nhabubo" cujo peso de 100 sementes varia de 20-30 gramas, possuindo vários sub-grupos, dependendo especialmente da cor e tamanho do grão. São contudo, variedades menos sensíveis ao fotoperíodo que as "Ecute" (Heemskerk, 1987; Rulkens, 1996).

2.2.3. Variedades indeterminadas insensíveis ao fotoperíodo

Nesta categoria, o grupo de variedades "Urabsua" ou "Chinavane" é cultivado apenas na Zona Sul, possui o peso de 100 sementes que varia de 14-22 gramas. São variedades prostradas, mas entrando em floração 40 dias depois de qualquer data de sementeira (Heemskerk, 1987; Rulkens, 1996).

2.2.4. Variedades actualmente em uso em Moçambique

O grande constrangimento na produção do feijão nhemba em Moçambique está ligado à disponibilidade de sementes. Por isso, apenas estão em uso actualmente, as variedades IT 18, INIA 36, INIA 73 e está por libertar em breve a variedade SUDAN (declaração de Dr. Amane).

2.3. Importância do nhemba

O feijão nhemba é uma das principais fontes de proteínas das populações pobres do mundo (Sousa, 1992). As folhas novas e tenras, as vagens e os grãos verdes, os grãos secos e os brotos são formas de consumo pelo homem, variando de região para região. Na África, o consumo de grãos secos é maior que o das outras formas. O consumo de grãos verdes enlatados ou congelados é significativo em algumas regiões do mundo, caso dos EUA. No Rio de Janeiro, os grãos secos do feijão-fradinho são cozidos e servidos na forma de salada, de maneira semelhante à ervilha. Em análise sensorial realizada em Viçosa, os grãos cozidos do feijão nhemba (inteiros ou batidos no liquidificador) tiveram aceitação semelhante à do feijão-arroz (*Vigna umbellata*).

Sousa (1992) citando Musanya (1991) e Kannaiyan *et al.* (1989) afirma que na Zâmbia, o nhemba é a terceira cultura mais importante a seguir ao amendoim e outros feijões sendo os seus grãos e folhas importantes na dieta proteica de muitos agricultores que não têm possibilidades financeiras de adquirir proteína animal.

Sousa (1992) citando Nleya (1991) e Maria *et al.* (1985), afirma que no Zimbabwe o nhemba é uma importante componente na dieta da população das áreas comunais. Esta consome as vagens imaturas e o grão seco cozido de diversas formas, as folhas verdes frescas “munyemba”, as folhas secas conservadas “mufshushwa”, como feijão verde “mukove”, grão seco cozido com milho “mutakuna/inkobe”, pasta de feijão nhemba “rupiza/ibhizha”.

Na alimentação animal, o feijão nhemba é utilizado como pastagem, forragem verde, silagem, feno e farinha; é utilizado também como cobertura do solo e adubo verde (Vieira *et al.*, 2001; Junior *et al.*, 2000 e Carvalho *et al.*, 2000).

Em Moçambique o grão do feijão nhemba pode ser consumido verde ou seco; as vagens maduras e as folhas são também consumidas (Heemskerk, 1985). As sementes não maduras e as vagens verdes são comidas como hortaliça (Rulkens, 1996).

O nhemba é uma fonte de forragem, silagem e feno para o gado, adubação verde e como cobertura para a manutenção da produtividade dos solos. As variedades prostradas, como cobrem bem o solo, podem ter uma função na redução da erosão (Rulkens, 1996).

Tabela 2.3.1. Composição nutricional do feijão nhemba em 100 gramas.

Componentes	Unidades	Grão seco	Grão verde	Vagem verde	Folhas
Matéria seca	(mg)	89	16	14	11,6
Energia	(kcal)	342	48	45	34
Proteínas	(%)	23,4	3,4	3,4	4,2
Fibras	(%)	4,3	-	1,8	1,7
Cálcio	(mg)	76	-	0,9%	110
Ferro	(mg)	5,7	-	-	4,7
Vitamina A	(U.i.)	40	1500	1200	-
Vitamina C	(mg)	2	10	20	-

Fonte: Ministério da Agricultura
Divulgação – série – Agricultura nº 1 1985, CULTURA DO FEIJÃO NHEMBA.

Tabela 2.3.2. Composição química do feijão nhemba.

Componentes	%
Carboidratos	56,8
Proteínas	23,4
Fibras	3,9
Cinza	3,6
Extrato etéreo	1,3
Água	11,0

Fonte: Rachie (1973)

2.4. Efeito do stress hídrico no crescimento e desenvolvimento da cultura do feijão nhemba

O crescimento e desenvolvimento dependem da existência de meristemas, fotoassimilados, fito-hormonas, de outras substâncias de crescimento e do ambiente (Amane, 2002). Os fotoassimilados são optimamente conseguidos se se conseguir controlar os factores que afectam a fotossíntese. A humidade do solo pode tornar-se um factor importante na fotossíntese, uma vez que a respectiva intensidade é reduzida pelo déficite hídrico nas folhas (Kramer e Kazlowski, 1972).

O stress hídrico exerce uma influência negativa sobre a planta, causando redução tanto na divisão celular como no alongamento e, portanto, no crescimento ou acumulação de biomassa, assimilação de CO₂ e nutrientes (Amane, 2002). Bergonci *et al.* (2000), afirmam que o déficite hídrico no solo afecta praticamente todos os aspectos relacionados ao desenvolvimento das plantas podendo causar reduções na área foliar, diminuir a fotossíntese e afectar vários outros processos, tais como brotações, absorção de nutrientes e translocação de fotoassimilados. McCree e Fernández (1989) e Taiz e Zeiger (1991) citados por Ferreira (2004) referem que a resposta das plantas ao stress hídrico consiste na redução da produção da área das folhas, da aceleração da senescência e da abscisão das folhas. Assim, existe um conflito entre a conservação da água pela planta e a taxa de assimilação de CO₂ para produção de carboidratos, referem Taiz e Zeiger (1991) citados por Ferreira (2004).

Aproximadamente 5% da energia solar que chega à superfície terrestre é convertida em carboidratos, mediante o processo fotossintético (Amane, 2002). A água como grande constituinte, participa directamente em muitos processos metabólicos, a interconversão dos

carboidratos em ácidos orgânicos dependem sobretudo da hidrólise e reacções de condensação, aumentando a taxa de respiração, permitindo que as sementes respirem rapidamente (Kozlowski, 1968). A água é a fonte de átomo de hidrogénio para a redução do CO₂ nas reacções da fotossíntese. A água actua como um solvente e transportador de muitas substâncias, constituindo o meio no qual várias reacções têm lugar. A presença de água nos vacúolos ajuda na manutenção de turgidez das células, na translocação de solutos (nutrientes), na manutenção da hidratação do protoplasma, na mobilidade dos gâmetas, na disseminação de esporos, frutos e sementes.

Na ausência de água o protoplasma torna-se inactivo e pode morrer; carboidratos, proteínas, enzimas perdem as suas propriedades físicas e químicas. O stress hídrico causa redução tanto na divisão celular como no alongamento e, portanto no crescimento (Rachide, 2003).

A resposta de uma determinada variedade ao stress hídrico é dependente do seu tipo (determinada ou indeterminada). As evidências demonstram que a maioria das variedades determinadas são mais sensíveis ao stress hídrico, afectando o tempo de início de floração e menor extensão durante a frutificação e desenvolvimento da semente (Begg e Turner, 1976), enquanto que em relação às variedades indeterminadas, não há clareza dos cenários.

O stress hídrico em geral afecta o crescimento, desenvolvimento, produção e qualidade das culturas devido à redução da área foliar e pouca produção de biomassa (Doorenbos e Kassam, 1979 e 1994). Muitos autores têm referido que o stress hídrico é mais intenso durante o início de floração, floração, frutificação e desenvolvimento da semente e menor no estágio vegetativo.

O stress hídrico na fase vegetativa é reportado como reduzindo a área da folha, alongamento do caule e baixando a produção de biomassa, devido ao incremento reduzido de carbono (Chiulele, 2003).

A reduzida área foliar em condições de stress hídrico, é causada pelo número reduzido das folhas, a taxa reduzida da expansão foliar como consequência da sensibilidade celular, aumentando a senescência das folhas, reduzindo a radiação solar interceptada, baixando assim a biomassa produzida (Chiulele, 2003).

2.5. Efeito do stress hídrico no rendimento e componentes de rendimento

A deficiência de água é um dos factores mais limitantes para a obtenção de elevada produtividade de grãos de feijão nhemba, sendo que a duração e a época de ocorrência do défice hídrico afectam em maior ou menor intensidade o rendimento da cultura. Pesquisas têm mostrado que a ocorrência de défice hídrico no feijão nhemba, principalmente nas fases de florescimento e enchimento de grãos, pode provocar severas reduções na produtividade de grãos (Cordeiro *et al.*, 1998; Santos *et al.*, 1998).

2.5.1. O stress hídrico, o peso dos nódulos e acumulação de nitrogénio

O stress hídrico reduz o peso de nódulos, o nitrogénio acumulado e a produção de matéria seca da parte aérea do feijão nhemba, principalmente quando a deficiência hídrica for imposta na segunda e quinta semanas após a sementeira (Júnior *et al.*, 2000).

Essas reduções devem estar associadas ao facto de que o stress hídrico afecta vários processos fisiológicos relacionados com a assimilação de nitrato e fixação simbiótica de nitrogénio nas leguminosas, reduzindo o peso da matéria fresca dos nódulos e da parte aérea das plantas (Kozlowski, 1968; Kozlowski, 1972; Júnior *et al.*, 2000). A alteração destes processos fisiológicos reflecte-se no decréscimo da produtividade de grãos ou sementes.

2.5.2. Efeito do stress hídrico no número de vagens e no peso de sementes

O stress hídrico que se desenvolve em qualquer situação particular na planta é resultado de uma completa combinação dos factores do solo, da planta e da atmosfera, os quais interagem para controlar a taxa de absorção e a perda de água (Vaadia *et al.*, 1961). Ainda que, de acordo com Gavande (1976), a resposta das plantas ao factor "água" parece estar relacionada mais estreitamente com o potencial total de água no solo. Segundo Doorenbos e Kassam (1994), a relação entre o rendimento de uma cultura e o suprimento de água pode ser determinada quando se puder quantificar, de um lado, as necessidades hídricas da cultura e os efeitos dos déficits hídricos e, de outro, o rendimento máximo e real da cultura.

O stress hídrico associado às viroses torna a produção mais ínfima e adjacente a isso são afectados os níveis de proteínas e aminoácidos, o crescimento da planta, a produção de hormonas de crescimento, o potencial de água, a fotossíntese, bem como os outros processos fisiológicos, deteriorando deste modo, o processo produtivo (Larcher, 1995).

Estima-se que menos de 20% das flores produzem vagens, percentagem que ainda pode ser menor com temperaturas extremamente altas, deficiência hídrica e um ataque de trips do botão (Rulken, 1996).

O efeito do stress hídrico no rendimento e componentes de produção dependem da escolha do momento e da intensidade do stress hídrico, bem como da duração do período do stress hídrico (Begg e Turner, 1976). A escolha do momento do stress hídrico é importante em relação ao efeito sobre a produção de semente. Muitos estudos mostram que o stress hídrico durante o início da floração e durante a floração e preenchimento de vagens afecta mais a produção de sementes do que o período vegetativo (Gonzales e Williams, 1979; Turk *et al.*, 1980).

A intensidade e a duração do stress hídrico são importantes na determinação da produção de sementes, porque estes factores podem afectar o comprimento da fase do crescimento reprodutivo e o desenvolvimento das culturas indeterminadas.

O efeito do stress hídrico nos componentes de produção dependem largamente do momento e da intensidade do stress em relação ao desenvolvimento daquela porção da planta usada para a produção económica (Chiulele, 2003). Tem se reportado que o stress hídrico no feijão nhemba durante a floração e o preenchimento de vagens reduz o número de vagens por planta devido a abscisão floral e uma menor massa seca da semente (Turk *et al.*, 1980). Uma menor massa seca da semente no caso duma alta intensidade do stress hídrico durante o preenchimento da semente, pode ser o resultado da translocação reduzida dos carboidratos para a semente. Estudos feitos por Carvalho *et al.* (2000), demonstraram uma redução até zero vagens por planta na fase vegetativa e na fase fenológica de frutificação teve o menor número de grãos por vagem; estes estudos demonstraram ainda uma redução no peso de sementes por planta (Anexo 9).

Estudos recentes mostraram que o stress hídrico no feijão nhemba pode ter efeitos positivos ou negativos no nível de proteínas. Nos efeitos positivos o stress hídrico no nhemba aumenta a percentagem de proteínas nas sementes, providenciando melhoria na qualidade do grão e segurança alimentar das populações. Nos efeitos negativos, o stress hídrico reduz o nível de proteínas, criando sub-nutrição nos países cuja alimentação é assegurada por este grão (Chiulele, 2003).

O feijão nhemba é uma leguminosa de alto valor protéico que a cada dia conquista maior valor agroeconómico, graças principalmente, à característica de adaptabilidade a condições adversas. É essa característica que permite o aumento de proteínas nos efeitos positivos do stress hídrico e isto é possível se o stress hídrico não for severo. Os efeitos negativos no nível de proteínas ocorrem quando o stress hídrico for severo, afectando severamente os aminoácidos e a fotossíntese (Wien, *et al.*, 1979).

2.6. Relação da água da planta e as mudanças osmóticas durante o stress hídrico

O stress hídrico desenvolve-se quando a perda de água sem restituição é excessiva, provocando uma redução no potencial hídrico (Begg e Turner, 1976), no conteúdo hídrico relativo (Chiulele, 2003) citando Hale e Orcutt (1987) e Naidu e Narayanan (2001)) e a turgescência celular. O potencial osmótico decresce devido a acumulação dos solutos nas células radiculares e foliares sujeitas ao stress osmótico (Szegletes *et al.*, 2000; Bergamaschi *et al.*, 1999).

Em geral, o potencial hídrico da planta é mais negativo do que no solo (Bergamaschi *et al.*, 1999). Segundo Bergamaschi *et al.* (1999), no início da manhã, o potencial hídrico anda a volta de -0,1 a -0,3 Mpa. Durante o dia, a transpiração torna-se cada vez maior que a absorção, reduzindo assim o conteúdo hídrico na planta e o seu potencial, atingindo o seu mínimo em torno das 14 ou 15 horas.

O conteúdo hídrico relativo das folhas baixa providenciando uma indicação do stress hídrico. O potencial hídrico baixa com o decréscimo do potencial osmótico das raízes como resultado do stress hídrico (Begg e Turner, 1976). Alguns autores sugeriram que o potencial hídrico total dos tecidos da planta pode ser usado para estabelecer diferenças entre cultivares resistentes e cultivares

susceptíveis à seca. Estes estudos concluíram que os altos potenciais hídricos totais da folha em cultivares específicos dentro das populações corresponderam a uma subida de resistência à seca. A resposta estomatal, um importante factor de controle de perda de água na planta é considerada desde à muito tempo como sendo um método válido para avaliar a tolerância à seca; isto pode ser facilmente avaliado pela medição da resistência da difusão foliar. Chiulele (2003) refere que Blum (1974) sugeriu que a insensibilidade estomatal pode conduzir à seca sob condições do clima semi-árido, enquanto que Jones (1974) sugeriu que a rápida resposta estomatal ao stress hídrico pode ser um mecanismo de resistência à seca para conservar a água do solo para uso posterior e manutenção de um alto potencial hídrico foliar.

A prolina acumula-se em muitas espécies vegetais e cultivares como resposta ao stress hídrico (Van Heerden e Villiers, 1996). Chiulele (2003) citando Argandona e Pahlich (1991) refere que a acumulação de prolina é devida à redução no potencial hídrico ou o conteúdo hídrico relativo. A acumulação da prolina parece ajudar na tolerância à seca fornecendo energia e nitrogénio depois do stress e estabilizando as membranas, reduzindo a desnaturação das enzimas (Gardner *et al.*, 1985) e agindo como um catalizador osmótico neutro. Muitos autores referem que a acumulação da prolina foi sugerida como critério para a selecção de cultivares tolerantes à seca; todavia, Chiulele (2003) refere que Lawlor (1979) reportou que a prolina acumula-se apenas com um stress hídrico severo, indicando assim, que a acumulação da prolina pode ser um indicador inefectivo durante os estágios iniciais do desenvolvimento do stress hídrico.

Chiulele (2003) refere que Levitt (1980) sugeriu que a tolerância para todos os stress(s) hídricos incluindo a desidratação depende da manutenção das membranas numa forma não desnaturada e desagregada ou no mínimo depende da reparação da estrutura dos lípidos ao seu estado de organização depois da ocorrência da sua primeira destruição.

2.7. Mecanismos de adaptação da planta durante o stress hídrico

A estabilidade da membrana celular aumenta com a exposição ao stress hídrico, mostrando que as plantas habituam-se ao stress hídrico.

As células guardas abrem os estomas por absorção de água depois de baixar o potencial hídrico. O principal factor que determina a abertura dos estomas é a acumulação de ácido abscísico (ABA) (Bergonci *et al.*, 2000; Bergamaschi *et al.*, 1999). Leminechez *et al.* (2001) citado por Chiulele e Agenbag (2004). Amane (2002) refere que como mecanismo as plantas acumulam também o polioliol (manitol, sorbitol). A pressão de turgor não pode ser mudada activamente, desde que a água não pode ser bombeada activamente através das membranas de células. Então, deve ser uma mudança dentro do potencial osmótico que origina a mudança em potencial hídrico. A baixa humidade, catiões, hormonas vegetais de ácido abscísico, stress hídrico e pressão parcial alta de CO₂ na folha causam o fecho de estomas (Bergamaschi *et al.*, 1999).

Rulkens (1996) refere que nas zonas semi-áridas são necessárias características relacionadas à seca, tais como raiz pivotante muito profunda; mudança da posição dos folíolos para uma posição vertical nas horas mais quentes do dia; redução da transpiração pela redução da área foliar (redução da taxa de formação de folhas novas; senescência foliar; fecho dos estomas; a morfologia dos nódulos).

A maioria das adaptações para seca ou é um aumento na absorção de água (raízes profundas, sistemas de raízes extensos, micorrizas, baixos potenciais de água de raiz: a prevenção de perda de água (baixa transpiração, cutículas grossas, formas arredondadas, pêlos, estomas afundados).

2.8. Como medir o stress hídrico

O stress hídrico pode ser medido pela determinação do conteúdo hídrico da planta, conteúdo hídrico relativo da folha, potencial hídrico foliar total, enrolamento foliar, temperatura foliar, consistência foliar, resistência estomatal, taxa fotossintética, permeabilidade foliar (Turner, 1981), conteúdo da prolina (Bates, Waldren e Teare, 1973) e a estabilidade da membrana celular (Chiulele e Agenbag, 2004).

O conteúdo hídrico envolve a medição do peso fresco na amostra e a massa seca depois da secagem (Chiulele, 2003). O conteúdo hídrico relativo expressa a capacidade de retenção da água dos tecidos foliares.

3.0. Materiais e Métodos

O trabalho foi conduzido numa zona conhecida de “campo de Paulo Kunku” na Estação Agrária de Umbelúzi, Distrito de Boane, Província de Maputo, distando-se de 24,30 Km. O local de estudo tem como coordenadas geográficas entre 26° 03’13” Latitude Sul e 32° 21’59” Longitude Este, com 18,0 metros de altitude acima do nível do mar.

A Estação Agrária de Umbelúzi tem cerca de 79.3 ha, estendendo-se numa planície de uma baixa alagadiça, com solos quase aluvionares. O clima segundo a formula modificada de Thornwaite (ABd’a’) é do tipo Sub-húmido seco, mesotérmico, sem ou com pequenos excessos de água e com pequenas variações de temperatura ao longo do ano (Valente, 1963). A temperatura média anual é de 23.1° C, com uma pluviosidade média anual de 687.3 mm e humidade relativa média anual de 68.1%, com os ventos frescos provenientes do quadrante sul (Valente, 1963).

A área do estudo tem um solo de textura argilosa, estando infestada na sua maioria por infestantes de folhas estreitas.

3.1. Materiais

O ensaio consistiu de seis variedades de feijão nhemba nomeadamente INIA-46 (V1), IIT 82E-16 (V2), TIMBAWENE MOTEADO (V3), TIMBAWENE AMANE (V4), TIMBAWENE CRÈME (V5), SUDAN (V6) e INIA17a (V7) (de bordadura), semeadas a 19 de Outubro de 2004. A descrição de cada variedade é apresentada no Anexo 1.

3.2. Metodologia

3.2.1. Preparação inicial do solo

A área de estudo com 1.333,5 m² foi submetida a duas lavouras e uma gradagem, sendo a segunda lavoura com objectivo de esmiuçar os torções resultantes da primeira lavoura, e a gradagem para nivelar o solo por um lado e por outro incorporar os restos da cultura de milho que existiam no campo do ensaio, seguindo-se a gradagem e abertura dos sulcos. Duas semanas depois do preparo do solo, fez-se a adubação de fundo com N-P-K (12-24-12) tendo-se usado 15 kg para toda a área.

3.2.2. O Delineamento Experimental

O delineamento experimental usado foi de blocos completos casualizados dispostos em 4 blocos subdivididos em 2 talhões cada bloco. Cada talhão foi subdividido em 6 sub-talhões, totalizando 48 sub-talhões para toda área de estudo. O ensaio tinha dois níveis de disponibilidade de água, “rega” (Na₁) que era aplicada nos talhões aleatorizados para a rega e o “stress hídrico” (Na₀) que era induzido a outros talhões aleatorizados para o stress hídrico. Nos sub-talhões estavam as variedades em três linhas de 5 metros de comprimento e distância entre sulcos de 80 cm e entre plantas de 50 cm. A distância entre os blocos foi de 5 metros e entre os talhões também foi de 5 metros. A área de cada bloco foi de 210 m² e a de cada talhão foi de 105 m² e a de sub-talhão foi de 12 m². Seis variedades foram utilizadas (V1,V2,V3,V4,V5 e V6) para o estudo e a 7(V7) para a bordadura (Anexo 2).

3.2.3. Sementeira

Três semanas após o tratamento inicial do solo e casualizações procedeu-se à sementeira no dia 19 de Outubro de 2004, seguindo-se a rega de todos sub-talhões e variedades, com objectivos agronómicos de fornecer a humidade adequada para a germinação; a lâmina de água fornecida foi uniforme para todas as variedades, correspondendo a uma densidade de 30 plantas por sub-talhão (V1,V2,V3,V4,V5,V6 e V7). Duas sementes foram lançadas por covacho, para uma área útil de 24 plantas das variedades (V1,V2,V3,V4,V5 e V6) do estudo.

3.2.4. Indução das plantas ao stress hídrico

As plantas, de todo o ensaio incluindo a V7(de bordadura) eram regadas por “sulcos” duas vezes por semana, nas terças e sextas feiras durante três semanas consecutivas. A lâmina usada por cada sessão foi de 25 a 40 mm.

A partir da quarta semana, 22 dias depois da sementeira, iniciou-se com a indução das plantas ao stress nas 720 plantas para o stress (Anexo 2), incluindo a V7, enquanto que as outras 720 plantas continuavam com a rega duas vezes semanais, nos dias já indicados. A indução ao stress hídrico teve uma duração de 30 dias, terminando a 52 dias depois da sementeira, tendo se iniciado com a rega das 1440 plantas de todo o ensaio uma vez semanal, devido a queda pluviométrica que ocorria.

3.2.5. Sacha e aplicação de cipermetrina

A primeira sacha realizou-se aos 21 dias depois de sementeira com mais abundância de infestante “tiririca”(*Cyperus sp*); enquanto que a segunda sacha foi aos 36 dias depois de sementeira, com maior abundância de infestantes de folhas estreitas; a terceira foi aos 45 dias depois de sementeira, com infestantes mais frequentes de folhas largas e estreitas; a quarta sacha foi aos 60 dias depois de sementeira, com domínio de infestantes de folhas largas e estreitas; a quinta sacha foi aos 75 dias depois de sementeira com a predominância de infestantes de folhas largas e estreitas e a sexta sacha foi aos 96 dias depois da sementeira com maior domínio de infestantes de folhas largas.

A ressementeira foi no mesmo dia da primeira sacha e o desbaste foi a 36 dias depois da sementeira, durante a segunda sacha.

Aplicou-se a cipermetrina 14 dias depois de sementeira, usando o pulverizador de dorso, como consequência de aumento de populações de diversas pragas como gafanhotos, coleópteros, rosca e outros.

3.2.6. Levantamento de insectos

A colecta de insectos foi com auxílio da rede entomológica, com tubo e frasco, plástico mortífero, cartuchos, lupa e isométrico. O primeiro levantamento dos insectos foi feito aos 14 dias depois de sementeira; e o segundo foi aos 45 dias depois de sementeira; o terceiro foi aos 65 dias depois de sementeira e o último foi aos 113 dias depois de sementeira, e este último levantamento foi apenas para as variedades (V1, V3 e V5) do ciclo longo que ainda se encontravam no campo. O levantamento foi em função do aumento da densidade dos insectos ou de surgimento de novas espécies.

3.2.7. Levantamento de infestantes

O pré-levantamento ocorreu antes da lavoura e 15 dias depois da sementeira fez-se o primeiro, e os posteriores estavam dependentes de surgimento de novas espécies (tipo de infestantes pode ser visto no capítulo 3.2.5).

3.2.8. A colheita

A colheita ocorreu a 05 de Janeiro de 2005. Apenas as três variedades precoces que já haviam atingido a maturação, nomeadamente V2 – IIT 82E-16, V4 - Timbawene Amane e V6 – Sudan. E, as outras variedades de ciclo longo (V1 – INIA-46; V3 – Timbawene moteado e V5 – Timbawene Creme) ainda se encontravam na fase vegetativa.

- Dois dias antes da colheita principal, tirou-se aleatoriamente três plantas por cada unidade experimental (sub-talhão) que serviram de amostras.
- Antes da colheita principal, contou-se o número de vagens por planta na unidade experimental (sub-talhão) e colheu-se as vagens para os cartuchos que anteriormente tinham sido identificados em função do bloco, talhão, sub-talhão, variedade e nível de água (Na_0 ou Na_1)(Anexo 3).

Os cartuchos foram transportados para o armazém da FAEF onde três dias depois iniciou-se a debulha manual.

O ensaio começou com seis variedades (V1, V2, V3, V4, V5 e V6) em estudo, mas só terminou com três variedades (V2, V4 e V6), as precoces ou de ciclo curto. As restantes três, as de ciclo longo, não chegaram a florir devido a incidência da virose no ensaio. O substrato deste trabalho é o rendimento (grão), daqui em diante a análise só se vai debruçar sobre as variedades que tiveram rendimento de grão (V2, V4 e V6).

3.2.9. Variáveis medidas

Foram avaliados os efeitos de dois níveis de tratamento, “rega” e “stress hídrico” sobre a produção e níveis de proteínas no feijão nhemba. Esses efeitos foram medidos apenas numa fase do ciclo fenológico da cultura (vegetativa). As características agronómicas observadas e analisadas estatisticamente foram as seguintes:

O número de vagens por planta foi avaliado através da colheita de vagens em três plantas, escolhidas aleatoriamente em cada sub-talhão, tratamento e por cada variedade, o número total de vagens dessa variedade no sub-talhão foi dividido por três plantas. Dois dias depois, foi feita a colheita completa, obedecendo o bloco, talhão, sub-talhão, variedade e tratamento. Fez-se a debulha manual e pesagens parciais, consoante o bloco, talhão, sub-talhão, variedade e tratamento. O número de grãos por vagem foi obtido através da contagem de número de grãos por vagem nas três plantas aleatoriamente escolhidas por cada unidade experimental, por cada variedade e por tratamento dividido pelo número total de vagens. O peso de cem sementes foi obtido através da pesagem de cem sementes escolhidas aleatoriamente por variedade e por tratamento. O rendimento do grão foi avaliado fazendo o somatório dos pesos parciais obtidos em cada unidade experimental da mesma variedade e tratamento, convertidos para ton/ha.

3.2.10. Determinação de Proteínas

3.2.10.1. Método Biureto

Para a determinação do teor de proteínas totais do grão, tirou-se uma amostra de três sementes de peso conhecido por cada unidade experimental e por variedade (V2, V4 e V6), totalizando 12 observações em cada variedade em função da disponibilidade da água (Na₀ ou Na₁) para o laboratório onde se fez a extração de proteínas totais em solução tampão de pH 7.0. O teor de proteínas totais no grão determinou-se através do Método do Biureto em análise espectrofotométrica.

De peso conhecido, colocou-se um grão do nhemba no Almofariz, juntamente com *areia de quartzo, Polyvinyl-Polypyrrolidon, Tampão de extração de proteínas (TRIS HCl (até no máximo 1000 microlitros=1ml))*. O extrato foi transferido para os tubos (Eppendorfes) previamente identificados, onde eram equilibrados, se necessário, com a solução tampão de extração, antes da centrifugação. A centrifugação foi feita a velocidade de 5000RPM (rotações por minuto) durante 40 minutos. A leitura de absorvância espectrofotométrica foi feita num volume de 0,2 ml do extrato depois de separar a solução com o precipitado. O cálculo de proteínas no extrato de 0.2 ml foi feito com base na seguinte fórmula, obedecendo a relação 1mg/1ml(BSA) e 1ml BSA → 0,365 (absorvância), assim: $Prot_t = [1ml\ BSA * Absorvância / 0,365 / volt(Extrato) * ml]$, Onde, $Prot_t$ = proteínas totais no grão seco e volt - volume total do extrato. A percentagem de proteínas no grão foi calculada usando a seguinte fórmula: $Prot_t(\%) = [Prot_t / pesg] * 100$, onde pesg - "peso do grão".

3.3. Método de análise estatística usado

A análise de variância (ANOVA) foi feita com o auxílio do Programa SAS em procedimento GLM (1985). O teste de Duncan foi usado para a comparação das médias entre diferentes tratamentos ($\alpha=5\%$). As características das três variedades são apresentadas na Tabela 4.1a abaixo.

Tabela 4.1a – Características de cultivares de feijão nhemba, IIT 82E-16, Timbawene Amane e Sudan usadas no presente trabalho.

Características das cultivares	IIT 82E-16(V2)	T. AMANE(V4)	SUDAN(V6)
Cor da semente	Castanho escuro	Crème	Castanho claro
Tamanho	Médio	Grande	médio
Peso de 100 sementes(g)	13,5	12,83	12,1
Hábito de crescimento	Erecto	Prostrado	Semi-erecto
Período de floração (dias)	45	55	55

As variáveis medidas foram número de vagens por planta, número de sementes por vagem, peso de cem sementes em gramas, rendimento (ton/ha) e percentagem de proteínas na semente seca.

O número de vagens por planta foi obtido através da média de três plantas escolhidas aleatoriamente em cada unidade experimental. O número de grãos por vagem foi obtido através da divisão de número total de grãos pelo número de vagens. O peso de cem sementes em gramas foi determinado contando 100 sementes por cada unidade experimental, por variedade e posteriormente determinando o seu peso.

O rendimento total da variedade na unidade experimental foi determinado através da pesagem de todos os grãos. A determinação do nível de proteínas totais foi através do Método Biureto.

4. Resultados e Discussão

Quase todos parâmetros testados foram influenciados pelo factor variedade (V) com a excepção do parâmetro percentagem de proteínas na semente. Os parâmetros testados “número de vagens por planta” e “rendimento (ton/ha)” foram influenciados pelo stress hídrico (Ts), exceptuando o “número de sementes por vagem”, “peso de cem sementes” e “percentagem de proteínas na semente” que não foram influenciados pelo stress hídrico. A interacção entre os dois factores, variedade e stress hídrico (V x Ts) não foi significativa para todos os parâmetros (Tabela 4.1b). Isto significa que o stress hídrico não influenciou o nível de proteínas.

Tabela 4.1b. Resumo dos efeitos de Variedade (V), stress hídrico (Ts) e Interações entre Variedades e stress hídrico (V x Ts) dos parâmetros testados nas diferentes variedades.

Parâmetros Testados	V	Ts	V x Ts
Número de vagens/pl	sig	sig	ns
Número de sementes/vag	sig	ns	ns
Peso de 100 sementes(g)	sig	ns	ns
Rendimento(Ton/ha)	sig	sig	ns
% de proteínas na semente	ns	ns	ns

- sig - diferenças significativas; ns - não há diferenças significativas ($\alpha = 5\%$) segundo o teste de Duncan

4.1. Número de vagens por planta

O número de vagens por planta foi influenciado pelo factor variedade (V) e pelo factor stress hídrico (Ts), a interacção entre os dois factores (V x Ts) não foi significativa (Tabela 4.1b). A variedade SUDAN (V6) registou maior número de vagens seguida de IIT 82E-16 (V2). A variedade TIMBAWENE AMANE (V4) registou o menor número de vagens (Tabela 4.2). O déficit hídrico na fase vegetativa provoca uma redução do crescimento e da superfície fotossintética, ocorrendo como consequência menor número de flores e de vagens por planta, como referiram Turk *et al.* (1980), Karamanos *et al.* (1982) e Chiulele (2003). O maior número de vagens nas variedades SUDAN (V6) e IIT 82E-16 (V2), pode se dever a estas variedades possuírem maior capacidade de acumular e translocar os seus foto-assimilados para a formação de vagens. Neste caso, a variedade SUDAN (V6), que registou maiores rendimentos mesmo nas condições do stress hídrico, pode ser que esta variedade tenha translocado a maior parte dos seus carboidratos para a formação de vagens com mais facilidade, seguida da variedade IIT 82E-16

(V2) e a variedade TIMBAWENE AMANE uma translocação reduzida dos seus carboidratos. A maior redução de número de vagens por planta na variedade TIMBAWENE AMANE pode ser que tenha tido número reduzido de folhas, da área foliar reduzida e do total da biomassa produzida reduzida. A redução da superfície fotossintética reduz o crescimento, desenvolvimento, produção e qualidade das culturas, ocorrendo, conseqüentemente, menor número de flores e de vagens, devido ao incremento reduzido de carbono, como resultado da ineficiência na intercepção da radiação solar afectando assim os processos de fotossíntese para a produção de carboidratos, que seriam alocados para aumentar a produção de vagens. Os mesmos resultados de redução de número de vagens foram encontrados por Chiulele (2003), Júnior *et al.* (2000), Carvalho *et al.* (2000) e Chiulele e Agenbag (2004).

Tabela 4.2. Número médio de vagens por planta nas diferentes variedades estudadas

Variedades	Médias	Resultado estatístico
IIT 82E-16 (V2)	49.250	B
TIMBAWENE AMANE (V4)	34.375	C
SUDAN (V6)	63.500	A
Tratamentos		
• Rega	59.583	A
• Stress	38.500	B

- Letras diferentes no "resultado estatístico" \Leftrightarrow diferenças significativas ($\alpha = 5\%$) segundo o teste de Duncan.

4.2. Número de sementes por vagem

O número de sementes por vagem foi influenciado apenas pelo factor variedade (V), o factor stress hídrico (Ts) e Interação entre os dois factores (V x Ts) não influenciaram no número de sementes por vagem (Tabela 4.1b).

A variedade SUDAN registou maior número de sementes, seguida de TIMBAWENE AMANE e a variedade IIT 82E-16 foi a que registou o menor número de sementes por vagem (Tabela 4.3). Esta diferença deve estar ligada as características fisiológicas de cada variedade, a capacidade produtiva, a capacidade de acumular e translocar os foto-assimilados para a formação de sementes.

Tabela 4.3. Número médio de grãos por vagem nas diferentes variedades em estudo

Variedades	Médias	Resultado estatístico
IIT 82E-16 (V2)	14.6250	C
TIMBAWENE AMANE (V4)	15.5000	B
SUDAN (V6)	17.2500	A

- Letras diferentes no “resultado estatístico” \Leftrightarrow diferenças significativas ($\alpha = 5\%$) segundo o teste de Duncan.

4.3. Peso de 100 sementes em gramas

O parâmetro testado “peso de 100 sementes” por variedade (V) foi influenciado apenas pelo factor variedade (V), o factor stress hídrico (Ts) e Interação entre os dois factores (Ts x V) não foram significativos (Tabela 4.1b).

A variedade IIT 82E-16 teve maior peso de 100 sementes, seguida de TIMBAWENE AMANE e a variedade SUDAN foi a que teve o menor peso de 100 sementes (Tabela 4.4). Esta diferença pode estar ligada às características da própria cultivar.

Tabela 4.4. Peso médio de 100 sementes em diferentes variedades testadas.

Variedades	Médias	Resultado estatístico
IIT 82E-16 (V2)	13.4875	A
TIMBAWENE AMANE (V4)	12.8250	B
SUDAN (V6)	12.0563	C

- Letras diferentes no “resultado estatístico” \Leftrightarrow diferenças significativas ($\alpha = 5\%$) segundo o teste de Duncan.

4.4. Rendimento (Ton/ha)

O parâmetro “rendimento (ton/ha)” foi influenciado pelo factor variedade (V) e pelo factor stress hídrico (Ts), a Interação entre os dois factores (V x Ts) não foi significativa (Tabela 4.1b). A variedade SUDAN registou maior rendimento (ton/ha), seguida pela variedade IIT 82E-16, e a variedade TIMBAWENE AMANE foi a que registou menor rendimento (Tabela 4.5). O maior rendimento nas variedades SUDAN e IIT 82E-16 é o resultado de número elevado de vagens por planta. A variedade TIMBAWENE AMANE foi a que registou menor rendimento do grão (Tabela 4.5). A redução de rendimento do grão causado pelo stress hídrico é o resultado de número reduzido de vagens, grãos e peso por planta como referiu Karamanos *et al.* (1982). Os mesmos resultados de redução de rendimento foram encontrados por Chiulele (2003), Júnior *et al.* (2000), Carvalho *et al.* (2000) e Chiulele e Agenbag (2004). Freire (1990) encontrou maiores reduções na produção quando o déficit hídrico que foi aplicado na fase vegetativa foi comparado ao déficit ocorrido na fase de frutificação. Pereira *et al.* (1998) encontraram quedas de 36,8% de produção de grãos de feijão nhemba. Carvalho *et al.* (2000), com a reposição de 20, 40, 60 e 80% da água evaporada nas fases vegetativa, floração e frutificação, encontraram maior perda de rendimento na fase vegetativa, que chegou a ter rendimento nulo por planta, com a reposição de 20% da água perdida. O peso por planta, ia diminuindo à medida que a reposição de água evaporada fosse reduzida.

Tabela 4.5. Rendimento médio (ton/ha) do grão das diferentes variedades testadas

Variedades	Médias	Resultado estatístico
IIT 82E-16 (V2)	1.9218	B
TIMBAWENE AMANE (V4)	1.2926	C
SUDAN (V6)	2.6624	A
Tratamentos		
• Rega	2.3236	A
• Stress	1.5944	B

- Letras diferentes no “resultado estatístico” ⇔ diferenças significativas ($\alpha = 5\%$) segundo o teste de Duncan.

4.5. Proteínas Totais(%)

No parâmetro testado “percentagem de proteínas na semente” não foram encontradas diferenças significativas em todas variedades testadas (Tabela 4.1b).

5.0. Conclusões e recomendações

5.1. Conclusões

Com base nos resultados obtidos chega-se às seguintes conclusões:

- ✓ Os rendimentos de vagens por planta e das sementes foram reduzidos pelo stress hídrico;
- ✓ Os resultados mostram uma redução de 37,91% no número de vagens e de 34,84% de rendimento do grão (ton/ha), em função do stress hídrico.
- ✓ As variedades SUDAN (V6) e IIT 82E-16 (V2), são as que mostraram melhor desempenho dado que registaram maiores rendimentos do grão. A variedade SUDAN (V6) registou maior rendimento e menor perda, significando que esta variedade adaptou-se melhor às condições do stress hídrico.
- ✓ O stress hídrico favoreceu o aumento do nível de proteínas das variedades testadas.
- ✓ Não foi possível neste estudo, identificar a melhor variedade (V) que tolera o stress hídrico (Ts), dado que a interacção (V x Ts) entre os dois factores não foi significativa para todos parâmetros testados.
- ✓ A ausência da interacção entre o stress hídrico (Ts) e variedade (V) sugere que as variedades testadas responderam da mesma forma ao tratamento (Na₀).

5.2. Recomendações

- ✓ Recomenda-se o uso da variedade SUDAN em Moçambique nos solos idênticos aos do ensaio por ter sido esta que demonstrou maior desempenho mesmo nas condições do stress hídrico
- ✓ Recomenda-se que estudos devam ser continuados nos outros tipos de solos do país

6. Referência Bibliográfica

AMANE, M., 2002. Apontamentos de Fisiologia das Culturas. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Universidade Eduardo Mondlane. Maputo, Moçambique. 152 Pp

ARAÚJO, J.P.P ; WATT, E.E., 1988. *O Caupi no Brasil*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e centro nacional de pesquisa de arroz e feijão. Embrapa/IITA. 722 Pp.

BATES, L. S., WALDREN, R. P. & TEARE, I. D., 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant Soil*. Pp 205-207.

BEEG, J. E. & TURNER, N. C., 1976. Crop water deficits. *Adv. Agron.* 28. Pp 161 – 217.

BENZANE, P.S., 1993. *Levantamento detalhado de solos da Estação Agrária de Umbelizi*. Série Terra e Água. Comunicação Nº 72. INIA, Maputo -.Moçambique 28 Pp

BERGONCI, J.I., BERGAMASCHI, H., BERLATO, M.A., SANTOS, A.O., 2000. Potencial de água na folha como indicador de déficit hídrico em milho. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v.35, nº 8, BR.

BERGAMASCHI, H., BERLATO, M.A., MATZENAUER, R., FONTANA, D.C., CUNHA, G.R., DOS SANTOS, M.L.V., FARIAS, J.R.B. & BARNI, N.A., 1999. *Agrometeorologia Aplicada à Irrigação*. 2ª Edição. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 125 Pp.

CARVALHO, J.A., PEREIRA, G. M., DE ANDRADE, M. J. B. & ROQUE, M. W., 2000. Efeito do déficit hídrico sobre o rendimento de feijão caupi (*vigna unguiculata* (L.) Walp). *Ciência agrotécnica*. Lavras, v. 24, n. 3, MG, BR.

CHIULELE, R. M., 2003. Morphological and Physiological Responses of Cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) Cultivars to induced Water Stress and Phosphorus Nutrition. MSc thesis. University of Stellenbosch. Soth Africa.

CHIULELE , R. M. & AGENBAG, G. A., 2004. Plant water relations and proline accumulation on two cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivars as a response to water stress. Department of Agronomy, University of Stellenbosch, Private Bag X1, Matieland, South Africa.

CORDEIRO, L.G., BEZERRA, F.M.L., SANTOS, J.J.A., MIRANDA, E.P.,1998. Factor de sensibilidade ao déficit hídrico (ky) da cultura do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27. Poços de Caldas. Pp 178-180.

DOORENBOS, J., KASSAM, A. H., 1979. Efectos del agua Sobre el rendimiento de los Cultivos. FAO, Roma . 212 Pp.

DOORENBOS, J., KASSAM, A. H., 1994. Efeito da água no rendimento das culturas. FAO, Roma . 306 Pp.

DOS SANTOS, A. L., 1997. Alguns factores bióticos e abióticos que afectam a produção de feijão nhemba em Moçambique. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Universidade Eduardo Mondlane. Maputo, Moçambique.

ERNESTO, B., 2004. Efeito das datas de sementeiras no rendimento e no teor de proteínas do feijão nhemba. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Universidade Eduardo Mondlane. Maputo, Moçambique.

FREIRE, A. L. D. O., 1990. Efeitos do déficit hídrico sobre alguns aspectos biofísicos, bioquímicos e no desenvolvimento do feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.). Lavras: ESAL.(Dissertação. Mestrado em Fisiologia Vegetal). 86 Pp.

FERREIRA, F. R. R., 2004. Efeitos de diferentes níveis de déficit hídrico sobre o rendimento das Culturas de Amendoim, Feijão Nhemba e Milho, em cultivo puro e consociação. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Universidade Eduardo Mondlane. Maputo- Moçambique. 61 Pp

- GARDNER, F. P., PEARCE, R. B. & MITCHELL, R. L., 1985. *Physiology of crop plants*, 2nd edition. Iowa State University Press, Ames.
- GAVANDE, S.A., 1976. *Física de suelos. Principios e aplicaciones*. 2 ed. México: Ed. Limusa, 351 Pp.
- GOMEZ, A.K. e GOMEZ, A.A., 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research 2nd Edition*. An International Rice Research Institute. John Wiley and sons. Singapore. 680 Pp.
- GONZALES, A. R., WILLIAMS, J. W., 1979. Effect of water stress during pod development on yield and quality of raw and canned sanp beans. *HortScience*, Virginia, v. 14, n. 2, 125 Pp.
- HEEMSKERK, W., 1985. *Cultura do feijão-nhemba*. Divulgação série Agricultura nº1 2ª edição Ministério da Agricultura . Maputo-Moçambique, 33 Pp.
- HEEMSKERK, W., SIMANGO, J.R., LEONARD, A., 1988. *Resultados da Investigação do feijão-nhemba (1982-1987)*. Documento do campo nº 2. Projecto UNDP/FAO/MOZ/86/009. Apoio ao Desenvolvimento de Investigação Agrícola. INIA. Resultados. Moçambique. 61 Pp.
- HEEMSKERK, W., 1987. O Regionalismo do Feijão Nhemba. Série Agronomia nº 8. Departamento de Agronomia e Sistema de Produção – CEDASPE. 19 Pp.
- HEEMSKERK, W., 1985. *Cultura de feijão nhemba-Divulgação série agricultura nº 1- Projecto FAO/PNUD/MOZ 86/009*
- HEEMSKERK, W., SIMANGO, J.R. & LEONARDO, A., 1988. *Delineamento de Campo nº 2 Projecto UNDP/FAO/MOZ/86/009*. INIA. Maputo
- JÚNIOR, A. S. D'A., DOS SANTOS, A. A., SOBRINHOS, C. A., BASTOS, E. A., MELO, F. D'B., VIANA, F. M. P., FILHO, F. R. F., CARNEIRO, J. D'S., ROCHA, M. D'M., CARDOSO, M. J., DA SILVA, P. H. S., RIBEIRO, V. Q., 2000. Estresse hídrico, Demanda hídrica, Sistema de

irrigação, Maneio da irrigação, Método do balanço de água no solo, Suspensão da irrigação, Viabilidade económica da irrigação\

<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoCaupi/autores.htm#top>

KARAMANOS, A. J., ELSTON, J., WADSWORTH, R. M., 1982. Water stress and leaf growth of field beans (*Vicia faba* L.) in the field: water potentials and laminar expansion. *Annals of Botany*, New York, v. 49, n. 6, Pp 815-826.

KOZLOWSKI, T. T. ,1968. Water deficits and plant growth. Volume II. Plant water consumption and response. ACADEMIC PRESS, New York and London. 333 Pp.

KOZLOWSKI, T. T.,1972. Water deficits and plant growth. Volume III. Plant responses and control of water balance. ACADEMIC PRESS, New York and London. 368 Pp.

KOZLOWSKI, T. T., 1968. Water deficits and plant growth. Volume I. Development, Control and Measurement. ACADEMIC PRESS, New York and London. 390 Pp.

KRAMER, P. J. & KOZLOWSKI, T. T., 1972. Fisiologia das árvores. FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN. Lisboa. 745 Pp.

LARCHER, W., 1995. *Physiological Plant Ecology*. Third Edition. Springer press, 506 Pp.

PEREIRA, G. M., CARVALHO, J. A., RODRIGUES, L. S., DOBASHI, A. M., 1998. Efeitos de diferentes níveis de déficit hídrico aplicados em três fases do ciclo fenológico do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L.) c.v. carioca-MG. In Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Pp 187-189.

RACHIDE, H., 2003. Apontamentos de Hortifruticultura.: Fisiologia. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal/UEM. Maputo, Moçambique. 66 Pp.

RAEMAEEKERS, R.H., 2001. *Crop production in Tropical Africa*. Directorate General for International Cooperation. Ministry of Foreign Affairs External Trade and International Cooperation. Brussels. Belgium. 1540 Pp.

RULKENS, T., 1996. Feijões. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal. Universidade Eduardo Mondlane. Maputo – Moçambique.

SANTOS, R.F., CARLESSO, R., 1998. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.2 nº 3, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB.

SEGEREN, P., SAIFODINE, N., RAFAEL, E., SITOI, V., 1992. Feijão Nhemba. Fenologia e controle das principais pragas e doenças-série investigação número 16. INIA. Maaputo. 73 Pp.

SINGH, S.R., RACHIE, K.O., 1985. *Cowpea*. Research, production and utilization. A Wiley interscience publication. 460 Pp.

SOUSA, I. F. C. M., 1992. Densidades óptimas de feijão nhemba em cultivos puros e consociado com o milho. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Universidade Eduardo Mondlane. Maputo – Moçambique.

STEELE, W.M., ALLEN, D. J. , SUMMERFIELD, R. J.,1985. *Cowpea*(*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). In SUMMERFIELD, R.J. and ROBERTS, E. H., 1985. Grain Legume Crops. p520-574
SZEGLETES, Zs, ERDEL, L., TARI, I. & CSEUZ, L., 2000. Accumulation of osmoprotants in wheat cultivars of different drought tolerance. Cereal Res. Communications. 28, Pp 403-409.

TURNER, N.C., 1981. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. Plant Soil. Pp 339-364.

TURK, K. J., HALL, A. E. & ASBELL, C. W., 1980. Drought adaptation of cowpea. I. Influence of drought on seed yield. Agron. J. 72, Pp 413-420.

VAADIA, Y., RANEY, F. C., HAGAN, R. M., 1961. Plant water deficits and physiological process. Annual Review of Plant Physiology, Palo Alto, v. 12, Pp 265-292.

VAN HEERDEN, P.D.R. & DE VILLIERS, O.T., 1996. Evaluation of proline Accumulation as Indicator of Drought Tolerance in Spring Wheat Cultivares. S. Afr. J. Plant Soil 13, 17-21.

VIEIRAS, R F., 2001. Leguminosas Graníferas. Universidade Federal de Viçosa. 206 Pp.

WIEN, H. C., LITTLETON, E. J. & AYANABA, A., 1979. Drought stress of cowpea and soybean under tropical conditions. In H. Mussel and R. C. Staples. Stress physiology in crop plants. John Wiley & Sons, Inc. New York.

Anexos

Anexo 1 : Perfil das variedades

Tipo de variedade	Código	Proveniência	F. crescimento	Estado genético	Foto-periodismo	Cor do grão	Tamanho
INIA-46	V1	Botânica(INIA)	Prostrado	Local (Tradicional)	Sensível	?	grande
IIT 82E-16	V2	DASP (INIA)	Erecto	Melhorada	Insensível	?	médio
Timbawene moteado	V3	Botânica(INIA)	Prostrado	Local(Tradicional)	Sensível	grau moteado	grande
Timbawene amane	V4	DASP (INIA)	Prostrado	Local(Tradicional)	Sensível	Creme	grande
Timbawene crème	V5	Botânica(INIA)	Prostrado	Local(Inhambane)	Sensível	Creme	pequeno
Sudan	V6	Botânica(INIA)	Semi-erecto	Melhorada(Sudão)	??	?	médio
INIA17a	Bord	FAEF	Semi-erecto	Em melhora.	??	Castanho-claro	médio

Variedades:

- V₁ = INIA-46
- V₂ = IIT 82E -16
- V₃ = Timbawene moteado
- V₄ = Timbawene Amane
- V₅ = Timbawene Creme
- V₆ = Sudan
- Bordadura: INIA17a

Anexo 2: Esquema geral do ensaio

Na ₀	1	V ₂	2	V ₁	3	V ₅	4	V ₄	5	V ₆	6	V ₃	Repetição I
	1	V ₃	2	V ₂	3	V ₁	4	V ₆	5	V ₅	6	V ₄	

Na ₁	1	V ₃	2	V ₂	3	V ₆	4	V ₁	5	V ₄	6	V ₅	Repetição II
	1	V ₅	2	V ₄	3	V ₆	4	V ₁	5	V ₂	6	V ₃	

Na ₁	1	V ₁	2	V ₃	3	V ₂	4	V ₄	5	V ₆	6	V ₅	Repetição III
	1	V ₂	2	V ₆	3	V ₄	4	V ₅	5	V ₃	6	V ₁	

Na ₁	1	V ₆	2	V ₄	3	V ₃	4	V ₁	5	V ₂	6	V ₅	Repetição IV
	1	V ₄	2	V ₅	3	V ₂	4	V ₆	5	V ₃	6	V ₁	

Na₀ = nível de água=0 (induzidas ao stress hídrico) e Na₁= nível de água=1(regadas)
 V₁,V₂,V₃,V₄,V₅ e V₆(variedades 1 a 6)
 Repetição(I,II,III e IV)=blocos(I,II,III e IV)

Anexo 3: Número médio de vagens por planta e percentagens de perdas

Tabela 4.8. Número médio de vagens por planta e Percentagens de perdas de vagens por stress hídrico

Bloco	Variedades					
	V2		V4		V6	
	Na ₁	Na ₀	Na ₁	Na ₀	Na ₁	Na ₀
I	74	43	37	19	78	45
II	70	42	41	35	70	77
III	50	30	42	31	82	38
IV	74	18	34	27	67	50
Média	67	34	39	28	76	51
Perdas por stress hídrico(%)	49.25		28.21		32.89	

I,II,III e IV = blocos ; V2,V4 e V6 = variedades; Na₁= 'rega" e Na₀="stress"

Anexo 4: Rendimentos (ton/ha) obtidos nas diferentes unidades experimentais

Tabela 4.9. Rendimentos obtidos nas unidades experimentais(ton/ha) e percentagens de perdas de rendimento por stress hídrico

Bloco	Variedades					
	V2		V4		V6	
	Na ₁	Na ₀	Na ₁	Na ₀	Na ₁	Na ₀
I	2,75	1,25	1,458	0,666	3,04	1,542
II	2,625	1,54	1,71	1,5	3,167	2,583.
III	1,875	1,125	1,5	1,125	3,458	2,542
IV	2,75	1,458	1,258	1,125	2,875	2,092
Totais	10	5.373	5.926	4.4166	12.54	8.759
Perdas (ton/ha)	4.627		1.5094		3.781	
Perdas(%)	46.27		25.47		30.15	

I,II,III e IV = blocos ; V2,V4 e V6 = variedades; Na₁= "rega" e Na₀="stress"

Anexo 5: Percentagens de proteínas obtidos por sementes na rega e no stress

Tabela 4.11. Proteínas (%) por semente no stress e na rega

Bloco	Variedades					
	V2		V4		V6	
	Na ₁	Na ₀	Na ₁	Na ₀	Na ₁	Na ₀
I	10.2230	13.6694	15.3500	6.8000	8.6000	22.0270
II	6.6600	16.9790	19.7000	21.8520	19.3900	15.0500
III	21.2520	11.9200	13.5260	18.4340	9.9690	18.2770
IV	21.1760	19.0600	16.1550	18.3600	22.9300	20.7960
Médias	14,828	15,407	16,183	16,362	15,22	19,035

I,II,III e IV = blocos ; V2,V4 e V6 = variedades; Na₁= 'rega" e Na₀="stress"

Anexo 6: Tendência de número de sementes com aumento de amostra(número de vagens) do stress e da rega (Na₀, Na₁)

Tabela 4.12. Tendência de número de sementes no stress e na rega com o aumento de amostra(número de vagens)

Bloco	Variedades											
	V2				V4				V6			
	Na ₁		Na ₀		Na ₁		Na ₀		Na ₁		Na ₀	
	Vagens	Grãos	Vagens	Grãos	Vagens	Grãos	Vagens	Grãos	Vagens	Grãos	Vagens	Grãos
I	560	14,3	658	12,7	364	15,2	532	14,2	658	16,7	406	15,3
II	560	14,0	560	14,5	476	15,4	336	15,2	420	16,0	532	17,4
III	504	14,6	420	14,5	504	15,8	294	14,4	546	17,4	560	17,2
IV	630	14,4	308	13,3	322	14,6	266	15,4	910	17,4	420	16,0

I,II,III e IV = blocos ; V2,V4 e V6 = variedades; Na₁= 'rega" e Na₀="stress"

Anexo 7: DADOS GLOBAIS COLHIDOS NO ENSAIO

Bloco	Variedade	trat	Rendtotha	Proct%	Ngra/vag	Nvag/planta	P.100sem
B1	V2	Tf	2.750000	10.2230	15	73	14.2
B1	V2	Ts	1.250000	13.6694	13	41	13.1
B1	V4	Tf	1.458000	15.3500	16	38	13.5
B1	V4	Ts	0.666000	6.8000	15	20	13.3
B1	V6	Tf	3.041660	8.6000	17	76	11.8
B1	V6	Ts	1.541660	22.0270	10	48	11.1
B2	V2	Tf	2.625000	8.6600	15	68	13.9
B2	V2	Ts	1.641660	16.9790	15	40	13.2
B2	V4	Tf	1.708330	19.7000	16	42	12.8
B2	V4	Ts	1.506000	21.8520	15	36	13.2
B2	V6	Tf	3.167000	19.3900	17	69	12.3
B2	V6	Ts	2.583000	15.0500	18	74	11.75
B3	V2	Tf	1.875000	21.2620	15	47	13.6
B3	V2	Ts	1.125000	11.9200	15	31	13.3
B3	V4	Tf	1.500000	13.6260	16	43	12
B3	V4	Ts	1.125000	18.4340	15	32	13
B3	V6	Tf	3.458000	9.9690	16	33	12.5
B3	V6	Ts	2.641660	18.2770	18	40	12.4
B4	V2	Tf	2.750000	21.1760	15	75	13.5
B4	V2	Ts	1.456000	19.0600	14	19	13.1
B4	V4	Tf	1.258330	18.1550	15	35	11.9
B4	V4	Ts	1.125000	18.3600	16	29	12.9
B4	V6	Tf	2.875000	22.9300	16	66	12.4
B4	V6	Ts	2.091660	20.7960	10	54	12.2

B1,B2,B3,B4=blocos(1,2,3 e 4); V2,V4,V6=variedades(2,4 e 6); Tf,Ts=tratamentos("rega", "stress" respectivamente)

Efeito do stress hidrico no rendimento e contendo proteico do grau do feijao rhenba(Vigna unguiculata(L.) Walp)

RESULTADOS MEDIOS DE PROTEINAS POR TRATAMENTO("REGA" E "STRESS")

V2		V4		V6	
Rega	Stress	Rega	Stress	Rega	Stress
10.223	13.6694	13.35	8.8	8.9	22.027
6.66	18.979	19.7	21.852	19.39	15.05
21.252	11.92	13.526	16.434	9.969	18.277
21.176	19.06	18.155	18.36	22.93	29.796
Medias de proteinas por tratamento(Tr e Ts) em percentagens					
14.82775	15.4074	16.18275	16.3615	15.22225	19.0375

8 – Modelo de Análise da variância

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloco					
Trat					
Erro(A)					
Var					
Var*trat					
Erro(B)					
Total					

Onde:

Source = Fonte de variação

DF = Grau de liberdade

Mean Square = Quadrados médios

F Value = Valor de F

F = F. calculado

Pr = Probabilidade

Var = Variedade

Trat = Tratamento

Var*trat = Interação entre variedade e tratamento

Coeff Var = Coeficiente de variação

Sum of Squares = Soma dos quadrados

Anexos 9: Resultados de análise de variâncias

9i – Análise de variância para o número de vagens por planta do stress e da rega (Na₀, Na₁)

Dependent Variable: nvagpl

Fonte	GL	SQ	QM	Fcal	Pr>F
Bloco	3	300.791667	100.263889	0.96	0.4418
Trat	1	2667.041667	2667.041667	29.73	0.0121
Erro(A)	3	269.125000	89.708333	0.86	0.4874
Var	2	3393.583333	1696.791667	16.30	0.0004
Var*trat	2	521.083333	260.541667	2.50	0.1235
Erro(B)	12	1249.333333	104.111111		
Total	23	8400.958333			

Duncan Grouping	Mean	N	var
A	63.500	8	6
B	49.250	8	2
C	34.375	8	4

CV=20.52%

9ii – Análise de variância para o número de grãos por vagem do stress e da rega(Na₀, Na₁)

Dependent Variable: ngvag

Fonte	GL	SQ	QM	Fcal	Pr>F
Bloco	3	2.45833333	0.81944444	.184	0.1930
Trat	1	2.04166667	2.04166667	4.20	0.1328
Erro(A)	3	1.45833333	0.48611111	1.09	0.3893
Var	2	28.58333333	14.29166667	32.16	<.0001
Var*trat	2	0.08333333	0.04166667	0.09	0.9112
Erro(B)	12	5.33333333	0.44444444		
Total	23	39.95833333			

Duncan Grouping	Mean	N	var
A	17.2500	8	6
B	15.5000	8	4
C	14.6250	8	2

CV=4.26%

9iii – Análise de variância para o peso de 100 sementes do stress e da rega (Na₀, Na₁)

Dependent Variable: p100s

Fonte	GL	SQ	QM	Fcal	Pr>F
Bloco	3	0.13114583	0.04371528	0.21	0.8900
Trat	1	0.14260417	0.14260417	0.67	0.4279
Erro(A)	3	0.73114583	0.24371528	1.15	0.3686
Var	2	8.20895833	4.10447917	19.38	0.0002
Var*trat	2	1.54395833	0.77197917	3.64	0.0580
Erro(B)	12	2.54208333	0.21184028		
Total	23	13.29989583			

Duncan Grouping	Mean	N	var
A	13.4875	8	2
B	12.8250	8	4
C	12.0563	8	6

CV=3.65%

9iv – Análise de variância para o rendimento (ton/ha) do stress e da rega (Na₀, Na₁)

Dependent Variable: rend

Fonte	GL	SQ	QM	Fcal	Pr>F
Bloco	3	0.50504992	0.16834997	1.86	0.1897
Trat	1	4.09834407	4.09834407	31.36	0.0113
Erro(A)	3	0.39210087	0.13070029	1.45	0.2783
Var	2	7.52274955	3.76137478	41.62	<.0001
Var*trat	2	0.64990769	0.32495385	3.60	0.0598
Erro(B)	12	1.08445112	0.09037093		
Total	23	14.25260322			

Duncan Grouping	Mean	N	var
A	2.6624	8	6
B	1.9218	8	2
C	1.2926	8	4

CV=20.46%

9v – Análise de variância para o conteúdo protéico(%) da rega e do stress(Na₁, Na₀)

Dependent Variable: prot

Fonte	GL	SQ	QM	Fcal	Pr>F
Bloco	3	149.1049722	49.7016574	1.63	0.2349
Trat	1	13.9436868	13.9436868	3.54	0.1567
Erro(A)	3	11.8329181	3.9443060	0.13	0.9409
Var	2	16.3173924	8.1586962	0.27	0.7699
Var*trat	2	15.9037743	7.9518871	0.26	0.7749
Erro(B)	12	366.2623257	30.5218605		
Total	23	573.3650695			

Duncan Grouping	Mean	N	var
A	17.130	8	6
A	16.272	8	4
A	15.117	8	2

Duncan Grouping	Mean	N	trat
A	16.935	12	2
A	15.411	12	1

CV=31.04%

Anexo 10: Resultados de estudos anteriores feitos no Brasil

TABELA A – Valores médios do número de vagens por planta, número de grãos por vagem e rendimento de grãos (gramas/planta), em função de níveis de déficit hídrico aplicados em diferentes etapas do ciclo natural do caupi.

Etapas submetida ao déficit	Reposição de Água (%)	Vagens/planta	Grãos/vagem	rendimento (g/planta)
Testemunha	100	12	10,2	21,08
Crescimento	20	0	0	0,00
Crescimento	40	2	14,5	3,16
Crescimento	60	6	9,2	9,65
Crescimento	80	7	11,8	13,70
Floração	20	3	8,7	4,00
Floração	40	6	8,3	7,59
Floração	60	7	10,7	12,44
Floração	80	9	8,7	13,90
Frutificação	20	4	8,7	5,69
Frutificação	40	6	8,5	8,22
Frutificação	60	7	10,8	12,64
Frutificação	80	8	10,1	14,30

Fonte: UFLA, Lavras-MG, 1998.

Anexo 11: Procedimento para preparação de curva de calibração

Tabela 4.7. Elementos utilizados para a preparação de Curva Padrão (Calibração)

Soluções	Tubos						
	Tub1	Tub2	Tub3	Tub4	Tub5	Tub6	Tub7
H ₂ O	2,0	1,9	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0
NaOH6% (ml)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Reagentes Benedit	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
BSA (ml)	-	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
Absorvância	0	0,355	0,745	0,148	0,220	0,294	0,365

Tub1,2,3,4,5,6,7 são tubos de ensaios de 1 a 7

- Com dados de BSA(ml) e de Absorvância constroi-se a curva padrão para a calibração.

Anexo 12: Dados meteorológicos colhidos na Estação Agrária de Umbeluzi

Mês	Temperatura		Humidade(%)			Precipitação mensal (mm)	Velocidade do vento(Km/h)
	T. Máxima Mensal (°C)	T. Mínimo Mensal(°C)	9h	15h	21h		
Outubro	29,4	17,7	60	47	63	28	7,6
Novembro	32,2	21,1	69	54	70	108,2	7,38
Dezembro	33	22,3	67	57	69	56,6	6,81
Janeiro	32,4	23,5	74	59	70	161	6,92
Fevereiro	33	22,4	70	55	68	47,7	8,11
Março	38,6	20,5	73	62	72	111,2	4,8

Anexo 13: Percentagens de perdas parciais e globais nas diferentes variedades testadas

Variedades Testadas						
Bloco	V2		V4		V6	
	Perda(t/ha)	Perda(%)	Perda(t/ha)	Perda(%)	Perda(t/ha)	Perda(%)
1	1.5	54.54	0.792	54.32	1.5	49.28
2	1.08	41.27	0.208	12.19	0.584	18.44
3	0.75	40	0.375	25	0.916	26.49
4	1.292	46.98	0.1333	10.60	0.78334	27.23
Total	4.622		1.508		3.783	
Testemunha	Tolpervarens	Testemunha	Tolpervarens	Testemunha	Tolpervarens	
10 ton	4.627 ton	5.926 ton	1.5094 ton	12.54 ton	3.781 ton	
Perda global por variedade em todo o ensaio		46.27%		25.47%		30.15%

Anexo 15: Material usado

- 100 etiquetas
- Sacos plásticos
- 1 GPS
- 1 Kg de sementes de 6 variedades de feijão nhemba
- 1 Litro de Cipermetrina
- Fita métrica
- 1 Corda
- 1 Canetas e 1 bloco de notas
- 50 Cartuchos
- 1 Marcador
- Placa de suporte
- Almofariz
- Gelo
- Agua esterilizada
- Congealdor
- Uma balança
- Eppendorf
- BSA (solução de "Bovino solo Albumina")
- Solução de NaOH6%
- Reagentes Benedict
- Arreia de Quartzo
- Polyvinyl-Polypyrrolidone
- Tampão de extracção de proteínas(TRIS HCl)
- Cintrifugador
- Espectofotómetro
- Tubos de ensaio