

P.P.V. 81

638.852 ; 631.5

Bac

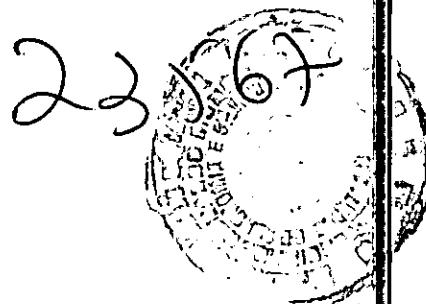
PPV-81



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL
Departamento de Produção e Protecção Vegetal

Projecto Final



**Avaliação da sensibilidade das fases
vegetativa e reprodutiva do amendoim
(*Arachis hypogaea* L.) ao stress hídrico**

DISCENTE:

Bacicolo, Manuel César

SUPERVISOR:

Eng^o Rogério Chiulele, MSc

Maputo, Agosto de 2006

RESUMO

O cultivo de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) em Moçambique é praticado maioritariamente pelo sector familiar em regime de sequeiro, por isso, o stress hídrico constitui um dos maiores constrangimentos para a sua produção dado que as chuvas são geralmente erráticas e irregulares não se tendo a certeza do seu início, fim e duração. Assim torna-se importante conhecer a fase mais sensível ao stress hídrico para que se possa fazer um bom manejo da cultura e das práticas culturais para se obter altos rendimentos. Por isso, o ensaio foi conduzido no campo experimental da faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal com objectivo de avaliar a sensibilidade das fases vegetativa e reprodutiva do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) var. Natal comum ao stress hídrico. O delineamento usado foi blocos completos casualizados arrançados em parcelas subdivididas com o manejo da água no talhão principal e as fases de desenvolvimento no sub-talhão com 8 repetições. O stress hídrico foi imposto na fase vegetativa e reprodutiva pela interrupção no fornecimento por um período de 20 dias. O stress hídrico reduziu o rendimento de grão, número de vagens por planta e o peso de 100 sementes. O stress reduziu mais o número de vagens por planta e o rendimento de grão quando ocorreu durante a fase reprodutiva do que na fase vegetativa. Mostrando que a fase reprodutiva é mais sensível ao stress.

AGRADECIMENTOS

Agradeço os meus pais, César Bacicolo e Arguista José que me trouxeram no Mundo e por me terem inculcido a vontade de aprender. A eles, que tudo fizeram de modo a proporcionar uma boa aprendizagem e posterior acompanhamento em locais de ensino, dedico-lhes este modesto trabalho como reconhecimento do esforço por eles empreendidos.

Duma forma especial agradeço ao meu supervisor Eng^o Rogério Marcos Chiulele, que singelamente se dispôs a assistência na recolha e compilação de toda informação para a concretização deste trabalho bem como pelos conselhos e encorajamento por ele dado nos momentos de desespero.

Dirijo o meu obrigado ao Doutor Viktor Skrypets, técnica Belmira do laboratório de química e Alexandre M. Maphossa que se mostraram afáveis e sempre dispostos para prestar ajuda na recolha e tratamento de dados tendo resultado numa colaboração imprescindível.

Saudação e uma palavra de apreço vai para os colegas do curso e de mais amigos: Celma Niquisse, Feliciano Jr., Augusto Novo, Lara Domingos, João Sambo, Feliciano Moiane, Kátia Pina, Adelina Guambe, Piedade Lucas, Pinto Aurélio e Yazalde Lisboa; Irmãos: Soca, Alberto, Ana e Marcos; Sobrinhos: Arone, Fidalgo, Leticia e Helena.

A todos os que não foram mencionados e que contribuíram directa ou indirectamente ou moralmente para a minha formação profissional manifesto a minha gratidão.

DEDICATORIA

Este modesto trabalho dedico especialmente para a minha preciosa mãe Arguista José e ao meu falecido Pai César Bacicolo. E dedico também aos meus irmãos e sobrinhos.

7.1. TABELAS.....	21
Tabela 1: Efeito do stress hídrico, período de stress e interacção Entre o (stress * período de stress) no conteúdo relativo da água, Número de Vagens por planta, peso de 100 sementes, rendimento de grão por planta e Conteúdo de óleo.....	11
Tabela 2: Número de vagens por planta das plantas que foram stressadas Ou bem irrigadas durante as fases vegetativa e reprodutiva do amendoim..	12
Tabela 3: Peso de 100 sementes de amendoim.....	13
Tabela 4: Rendimento do grão por planta das plantas que foram stressadas Durante as fases vegetativa e reprodutiva do amendoim.....	13
Tabela 5: Conteúdo de óleo no grão de amendoim.....	14

ÍNDICE

RESUMO.....	i
AGRADECIMENTOS.....	ii
DEDICATÓRIA.....	iii
LISTA DE TABELAS.....	iv
1.INTRODUÇÃO.....	1
1.1.	
OBJECTIVOS.....	2
1.1.1.Geral.....	2
1.1.2.Específicos.....	2
2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1.Importância do amendoim.....	2
2.2. Respostas morfológicas das plantas ao stress hídrico.....	3
2.2.1. Efeito do stress hídrico no crescimento e desenvolvimento das plantas.....	3
2.3. Respostas fisiológicas ao stress hídrico.....	7
2.3.1. Relação da água na planta e mudança osmótica durante o Stress hídrico.....	7
3. MATERIAIS E MÉTODO.....	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
4.1. Resumo dos resultados de análise de variância.....	10
4.2. Número de vagens por planta.....	11
4.3. Peso de 100 sementes.....	12
4.4. Rendimento do grão por planta.....	13
4.5. Conteúdo de óleo.....	14

5. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	15
5.1.CONCLUSÃO.....	15
5.2.RECOMENDAÇÕES.....	15
6. REFERRÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16
7. ANEXOS.....	21

1. INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é umas das leguminosas mais importantes das regiões tropicais e subtropicais (Hammons, 1982). É cultivado para a obtenção do grão para o consumo humano, mas as partes vegetativas podem ser usados para alimentação do gado (Hammons, 1982).

O amendoim é considerado um dos alimentos mais completos pelo facto de ser rico em óleo e proteínas. Para além disso, o amendoim possui também carboidratos, vitaminas e minerais (Silva *et al.*, 1997).

Em Moçambique, o amendoim constitui umas das principais culturas tradicionais praticadas em quase todo o país (Augusto, 1996). É cultivado pelo sector familiar em regime de sequeiro e sem aplicação de insumos. Dado que as chuvas em Moçambique são geralmente irregulares e erráticas às vezes começando tarde e terminando cedo, o stress hídrico constitui um dos maiores constrangimentos para a sua produção.

Tem se reportado que o stress hídrico afecta a relação da água da planta e a absorção de CO₂, devido ao fecho dos estomas que causa mudanças osmóticas nas plantas (Silva *et al.*, 1997). Mas a sensibilidade das diversas fases de crescimento ao stress hídrico é diferente. Por exemplo, Silva *et al.* (1997) refere que o stress hídrico afecta severamente o rendimento se ocorrer durante as fases de floração, formação do ginóforo e enchimento do grão e pouco se ocorrer durante a fase vegetativa.

Assim, torna-se necessário avaliar a sensibilidade das diversas fases de crescimento ao stress hídrico. A identificação da fase mais sensível pode contribuir para melhorar a gestão das práticas culturais com vista a otimizar o uso de água.

Por isso, este estudo é conduzido para avaliar a sensibilidade das fases vegetativa e reprodutiva do amendoim ao stress hídrico.

1.1. OBJECTIVOS:

1.1.1. Geral:

- ✓ Avaliar a sensibilidade das fases vegetativa e reprodutiva do amendoim ao stress hídrico.

1.1.2. Específicos:

- ✓ Avaliar o efeito do stress hídrico no:
 - Conteúdo relativo da água na planta;
 - Componentes de rendimento (Número de vagens por planta e peso de 100 sementes);
 - Rendimento do grão;
 - Conteúdo de óleo;
- ✓ Identificar a fase mais sensível ao stress hídrico.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Importância do amendoim

O amendoim é uma das mais difundidas e potencialmente mais importantes leguminosas no Mundo e tem-se identificado como uma das espécies leguminosas com grande potencial tanto para alimentação como para fins industriais nas regiões tropicais de África (Augusto, 1996). Assim sendo, o amendoim é cultivado como um alimento para homens e animais, e também como fonte de rendimento para venda (FAO, 1984).

Como alimento: As pessoas comem o amendoim como um fruto, ou sob forma de óleo, pasta, molho ou farinha e é um alimento nutritivo e rico (FAO, 1984). O sabor torna o amendoim um produto destinado ao consumo "in natura", como aperitivos salgados, grão inteiro ou moído e o óleo extraído do grão é empregue directamente na

alimentação humana, nas indústrias de conservas e em produtos medicinais (Silva *et al.*, 1997).

Como alimento animal: Depois do óleo ter sido extraído do amendoim fica o bagaço, que é um alimento nutritivo para os animais (FAO,1984). A semente do amendoim contém grandes quantidades de proteínas 25-34% e cerca de 44-56% de óleo e tem alto valor energético (em média 564 calorias/100g de semente) (Ahmed & Young, 1982). A percentagem de ácido oleico que representa a qualidade de óleo varia em média desde 29.3% até 45.2%. E o aquecimento pode diminuir os ácidos gordos na composição de triglicéridos do óleo devido a hidrólise. Os ácidos insaturados em particular o ácido oleico sofrem diminuições por causa dos processos de oxidação que são característicos para compostos de dupla ligação (Skrypts & Olivieri, 1999).

2.2. RESPOSTAS MORFOLÓGICAS DAS PLANTAS AO STRESS HÍDRICO

2.2.1. Efeito do stress hídrico no crescimento e desenvolvimento das plantas.

Crescimento radicular e absorção de água

O stress hídrico tem sido definido como um factor ambiental capaz de induzir potenciais danos violentos à planta devido ao excesso ou deficiência da água. As deformações podem ser reversíveis ou irreversíveis (Filter *et al.*, 1991)

As raízes desempenham um papel importante no suprimento da água para a formação dos tecidos e, em certos casos o crescimento radicular em profundidade verifica-se inteiramente na presença do stress hídrico (Vannozzi & Bladini, 1999).

Durante o processo de crescimento e desenvolvimento radicular cerca de 39% do total da expansão radicular encontra-se 15cm de profundidade (Boote *et al.*, 1982). No geral quando o suprimento da água é limitado, o meristema apical da raiz é muito inibido no crescimento radicular devido à desidratação causado pelos efeitos do stress (Silva *et al.*, 1997).

Em estudos feitos concluiu-se que as raízes sob stress hídrico contraem-se (Pussiouna, 1980). Desta forma o alargamento celular é tido como sendo o mais sensível ao stress hídrico no processo de desenvolvimento da planta (Boote *et al.*, 1982). Nielsen & Nelson (1998) demonstraram que o stress hídrico quando ocorre durante a fase vegetativa retarda o desenvolvimento das raízes.

Por outro lado o amendoim demonstra uma habilidade genética para o enraizamento profundo e extracção da água, quando ela cresce em solos livre de acidez (Boote *et al.*, 1982). Deste facto, o crescimento radicular em condições de stress hídrico a citoquinina interactiva com o ácido absícico (ABA) por influência dos estomas, e esta substância pode mudar a sensibilidade dos estomas que leva a redução da actividade da raiz, a absorção e transporte de nitrogénio (N) e fósforo (P) (Larcher, 1995).

Ho & Sachs (1989) referenciam que o aumento do ácido absícico (ABA) referente ao fechamento dos estomas é uma forma de escape de futuras perdas de água. O ABA aparece envolvido somente na parte da raiz e as folhas como uma série de sinal inicial do fecho dos estomas através do ajustamento osmótico por acumulação de solutos osmóticos activos. Similar a isto foi observado que, os níveis do ácido absícico (ABA) aumenta quando a planta é sujeita ao stress hídrico e fecha os estomas e reduz a transpiração (Turner, 1986).

Durante o crescimento radicular, verifica-se uma restrição na expansão radial da raiz com a diminuição do potencial da água no solo, a água passa a ser explorada numa forma mais eficiente pela planta (Pussiouna, 1980). Destas observações tem se referenciado que stress hídrico nas raízes é compensado rapidamente pelo suprimento da água (Stoll, 1965).

Crescimento vegetativo

Estudos sobre o stress hídrico na fase de crescimento vegetativa e reprodutiva indicam que, a planta é afectada reduzindo o conteúdo de óleo nas sementes e de proteínas (Chiulele, 2003). Desta forma, o stress hídrico durante a fase de crescimento vegetativo reduz também os componentes de produção vegetativa da matéria seca, inibe expansão foliar e alongamento do caule, devido a redução da turgidez relativa (Boote *et al.*, 1982). Também se referenciam que o amendoim demonstra uma tolerância à seca mediante os mecanismos de esquia à perda de água (Ferreira & Araujo, 1997). E todas as actividades relacionadas com a turgidez são as mais sensíveis ao stress hídrico (Costa, 2001).

Alguns autores reportam que, o stress hídrico durante a fase vegetativa retarda o desenvolvimento das raízes (Nielsen & Nelson, 1998). E durante o crescimento vegetativo a resposta mais sensível é a redução de turgor e um lento crescimento, que em conexão com esta resposta, o metabolismo de proteínas e síntese de aminoácidos são ambos deteriorados rapidamente (Larcher, 1995).

A actividade fotosintética Geralmente é afectada ao nível da folha no início do stress hídrico, e a eficiência fotosintética do uso da água pode aumentar porque o fecho parcial dos estomas vai afectar mais a transpiração que a absorção do CO₂ se o stress hídrico se torna mais severo o uso eficiente da água vai diminuir e a inibição do metabolismo da folha vai sendo mais inibido (Costa, 2001). Determinados génotipos com alto LAI (índice da área foliar) e capacidade de mantê-lo durante o período de enchimento do grão confere os uma característica importante na tolerância ao stress hídrico (Vannozzi & Bladini, 1999). O enchimento do grão depende da fotossíntese, da eficiência no uso da água e a translocação de carboidratos acumulados na fase vegetativa antes da floração. No caso de uma baixa translocação de carboidratos pode resultar na redução do rendimento do grão por planta (Chiulele, 2004a).

Alguns investigadores sustentam que, em muitos tecidos de plantas uma redução do potencial de água causa a redução na síntese de proteínas totais (Ho & Sachs, 1989). E outros autores afirmam ainda que, o stress hídrico durante o crescimento vegetativo

o amendoim prioriza mais a distribuição da matéria seca para as raízes (Ferreira & Araujo, 1997).

Crescimento reprodutivo

A sensibilidade do stress hídrico afecta diferentes fases: crescimento, floração que é a fase mais sensível ao stress hídrico que causa a queda de flores, reduzindo a polinização (Sharma *et al.*, 1997). Certos estudos mostram que, existem sensibilidades no número de flores e frutos maduros por planta devido ao stress hídrico (Benacchio *et al.*, 1997). visto que, a produção de flores ocorre durante um longo período, contribuindo para a baixa eficiência na produção de vagens (Santos & Nogueira, 2000). Quando o stress hídrico ocorre na fase de formação de vagem causa a redução do peso da vagem (Sharma *et al.*, 1997).

O processo de floração é uma das fases do desenvolvimento da cultura do amendoim, alguns autores referenciam que quando o stress hídrico ocorre entre (50 'a 80 dias depois da data de sementeira) reduz a floração, a resistência difusa aparente e reduz a fotosíntese durante a estação seca (Boote *et al.*, 1982). O número de vagens por planta é um dos mais importantes componentes da produção, a variação do número de vagens por planta depende do potencial do número de flores que é determinado durante o período vegetativo da planta principalmente pelo desenvolvimento da área foliar, redução da absorção de nitrogénio no fim do período vegetativo (Vannozzi & Bladini, 1999).

Em muitos casos tem se reportado que, a deficiência da água no solo durante o desenvolvimento da vagem, reduz primeiro o número de vagens enquanto o que dificilmente é afectado é o peso por vagem (Boote *et al.*, 1982). Por vezes a textura do solo tem influência já que o hábito de crescimento do fruto é geocárpico, o ginóforo pode ter dificuldades na penetração, sobre tudo os de inserção mais alta (Ferreira & Araújo, 1997). O reduzido porte de matéria seca indica nos por um lado uma limitação na produção e no transporte de foto assimilados (Ferreira & Araújo, 1997). Assim, Nell *et al.*, (2001) concluiu em certos estudos na cultura de girassol que, o

stress hídrico reduz o conteúdo de óleo e certas características físicas tais como o tamanho e conteúdo da casca.

2.3. RESPOSTA FISIOLÓGICA AO STRESS HÍDRICO

2.3.1. Relação de água na planta e mudança osmótica durante o stress hídrico

Existem diferentes mecanismos pelos quais a planta protege-se ao stress hídrico, e uma das respostas fisiológicas é a acumulação de solutos intracelulares que geralmente são produtos metabólicos semelhantes aos carboidratos, aminoácidos e açúcares fosfatados (Boote *et al.*, 1982). E este facto faz com que durante a fase de o crescimento da planta se conteúdo da água diminuir a célula encolhe se cada vez mais e as paredes relaxam, os solutos ficam cada vez mais concentrados e a membrana plasmática torna-se mais espessa uma vez que cobre uma área menor (Costa, 2001).

De certo modo, o stress hídrico está associado a redução do turgor, e em consequência disso leva a redução dos processos fisiológicos e morfológicos, onde o turgor é envolvido nos processos estomatais, foto sintéticos e crescimento (Sobrando & Turner, 1983). A medida que o solo seca a resistência ao fluxo da água vai aumentando, isto acontece quando as raízes encolhe-se a sua superfície deixa de estar em contacto com as partículas do solo que seguram a água e, por outro lado, os pêlos radiculares partem se muitas vezes quando são puxadas pela retenção da raiz, formação do exoderme ou ainda a cavitação do xilema (Costa, 2001).

Nos estudos feitos conclui-se que, a redução da humidade do solo, resulta na planta o fecho dos estomas, perda de turgidez e redução na expansão das folhas que conduz a redução na acumulação da matéria seca (Saulescu *et al.*, 1995). Araújo & Ferreira (1997) concluíram que o stress hídrico na floração causa uma redução na produção da matéria seca. E as folhas das plantas quando exposto ao stress hídrico após o desenvolvimento, entram em senescência e finalmente caem (Costa, 2001).

3. MATERIAS E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no campo experimental da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (FAEF) da Universidade Eduardo Mondlane (UEM), para avaliar a sensibilidade das fases vegetativa e reprodutiva do amendoim variedade Natal comum. Esta variedade é do ciclo curto (90 -120 dias), tem grão pequeno, de cor creme, sementes não dormentes e baixo rendimento. Os solos do campo experimental são de textura arenosa com um baixo teor de matéria orgânica nas camadas superficiais e baixa capacidade de retenção de água.

Para o efeito 4 sementes foram semeadas por covacho e depois desbastadas para uma planta por covacho 7 dias depois de completa emergência. O compasso de sementeira foi de 45 cm x 15 cm. Para garantir a boa disponibilidade de nutrientes às plantas uma adubação de fundo foi feita na altura da sementeira com 4kg/ha de P₂O₅ na forma de superfosfato simples (18%).

O stress hídrico foi induzido pela interrupção no fornecimento da água por um período de 20 dias durante as fases vegetativa (15 à 35 dias depois de emergência) e reprodutiva (50% de flores até 20 dias) às plantas do tratamento de stress enquanto que as plantas de controle bem irrigado foram depois regadas diariamente à capacidade de campo. A rega foi feita manualmente usando uma mangueira.

As variáveis medidas foram : O conteúdo relativo da água na planta, número de vagens por planta, peso de 100 sementes, rendimento do grão por planta e conteúdo de óleo no grão.

O conteúdo relativo de água da planta (RWC) foi determinado usando o método descrito por Chiulele & Agenbag (2004), usando a seguinte fórmula:

$$RWC = [(FM-DM)/(TM-DM)] * 100;$$

Onde: FM é o peso fresco das folhas em gramas; TM é o peso das folhas depois da rehidratação durante 24 horas a 10°C no escuro; DM é o peso seco em gramas depois da secagem à 80°C na estufa por 48 horas.

O conteúdo de óleo do grão foi determinado usando o método de ressonância magnética nuclear (rmn), antecedido pela extracção de óleo usando o método descrito por Mudanisse (1998). Usando a seguinte fórmula:

$$\text{Conteúdo de óleo} = [(m_1 - m_0)/m_2] * 100$$

Onde:

m_0 - Peso do balão sem óleo,

m_1 - Peso do balão com óleo e

m_2 - Peso seco da amostra.

Todos os tratamentos foram repetidos 8 vezes num delineamento de blocos completos casualizados arranjados em parcelas subdivididas com o manejo da água no talhão principal e fases de desenvolvimento no sub-talhão. As plantas foram semeadas em 3 linhas, cada com 4 plantas, totalizando 12 plantas por repetição a área total do ensaio foi de 152.5m². A análise de variância (ANOVA) foi feita para verificar se existem efeitos significativos dos factores em estudo nos variáveis medidos ao nível de significância de 5% usando o pacote estatístico SAS. O teste de Duncan foi usado para testar as diferenças entre as médias dos tratamentos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Resumo dos resultados de análise de variância

Os resultados da análise de variância mostram que o stress afectou significativamente o número de vagens por planta, peso de 100 sementes e o rendimento do grão por planta enquanto que o conteúdo relativo de água e o conteúdo de óleo não foram afectados.

O factor período de stress afectou apenas o número de vagens por planta, rendimento do grão por planta e conteúdo de óleo. A interação significativa entre o stress e variedade foi apenas observada para o número de vagens por planta e rendimento do grão por planta (Tabela 1). Estes resultados mostram que a sensibilidade das fases vegetativa e reprodutiva do amendoim ao stress hídrico foi diferente.

Tabela 1: Efeito do stress hídrico, período de stress e interacção entre o (stress e período do stress) no conteúdo relativo de água, número de vagens por planta, Peso de 100 sementes (g), rendimento de grão (g/planta) e conteúdo de óleo.

Variáveis medidos	Stress	Período de stress	Stress * período
RWC1	ns	ns	ns
RWC2	ns	ns	ns
RWC3	ns	ns	Ns
RWC4	ns	ns	Ns
Número de vagens /planta	s	s	S
Peso de 100 sementes (g)	s	ns	Ns
Rendimento do grão/ planta em (g)	s	s	S
Conteúdo de óleo em (%)	ns	s	Ns

NB: s – significativo, ns – não significativo ao nível de significância de 5%.

RWC1 – conteúdo relativo de água nas folhas 10 dias a pois o início do stress na fase vegetativa ,
RWC2 - conteúdo relativo de água nas folhas 20 dias a pois o início do stress na fase vegetativa ,
RWC3 - conteúdo relativo de água nas folhas 10 dias a pois o início do stress na fase reprodutiva,
RWC4 - conteúdo relativo de água nas folhas 20 dias a pois o início do stress na fase reprodutiva.

4.2. Número de vagens por planta

O número de vagens por planta foi significativamente afectado pelo stress, período de stress e pela interacção entre stress e período de stress (Tabela 1). O número de vagens por planta das plantas stressadas durante a fase vegetativa foi significativamente superior do que o das plantas submetidas ao stress na fase reprodutiva. Nas plantas bem irrigadas não houve diferenças significativas no número de vagens por planta. Resultados similares foram encontrados por (Ferreira & Araújo, 1997), eles reportam que o número total de flores e ginóforos são afectados durante o stress hídrico na fase reprodutiva. O número de vagens por planta é um dos mais

importantes componentes de rendimento, a variação do número de vagens por planta depende do potencial do número de flores que é determinado durante o período vegetativo da planta principalmente pelo desenvolvimento da área foliar, redução da absorção de nitrogénio no fim do período vegetativo (Vannozzi & Bladini, 1999). Boote *at al.*, (1982) referiu que o stress hídrico entre 50 à 80 dias depois da sementeira reduz a floração. Com este facto se o número de flores reduz leva também a redução no número de ginóforos e vagens formados por planta.

Tabela 2: Número de vagens por planta das plantas que foram stressadas ou bem irrigadas durante as fases vegetativa e reprodutiva do amendoim.

Nível de stress	Período de stress	
	Vegetativo	Reprodutivo
Stressado	21 a	13 b
Irigadas	38 c	39 c

Note: Médias seguidas de letras diferentes na coluna e linhas são significativamente diferentes segundo o teste de Duncan.

CV= 8.4%

4.3. Peso de 100 sementes

O peso de 100 sementes foi significativamente afectado pelo stress hídrico mas não pelo período de stress e a interacção entre stress e período de stress (Tabela 1). Observou-se uma redução significativa no peso de 100 sementes nas plantas stressadas comparativamente às que sempre receberam água (Tabela 3). O stress hídrico reduziu o peso de 100 sementes muito provavelmente porque afectou a traslocação de fotoassimilados para o enchimento do grão.

Vannozzi & Bladini,(1999) referiram que o peso da semente é uma variável que é fortemente influenciado pela disponibilidade de água.

Tabela 3: Peso de 100 sementes de amendoim

Nível de stress	Peso de 100 sementes (g)
Stressado	34.7
Irigadas	49.1

4.4. Rendimento do grão por planta

O rendimento do grão por planta foi afectado pelos factores stress, período de stress e pela interacção entre o stress e período de stress (Tabela I). O rendimento de grão por planta das plantas que foram stressadas foi significativamente inferior ao das plantas que receberam água durante todo o ciclo tanto para a fase vegetativa como para a reprodutiva. Contudo, o stress durante a fase reprodutiva reduziu mais o rendimento quando comparado com a fase vegetativa. Estes resultados mostram que a fase reprodutiva foi mais sensível ao stress quando comparado com a vegetativa.

Tabela 4: Rendimento de grão por planta das plantas que foram stressadas durante as fases vegetativa e reprodutiva do amendoim.

Nível de stress	Período de stress	
	Vegetativo	Floração
Stressado	20.7 a	8.8 b
Irigadas	44.7 c	45.3 c

Nota: Médias seguidas de letras diferentes na coluna e linhas são significativamente diferentes segundo o teste de Duncan.

CV= 13.4%

4.5. Conteúdo de óleo

Os resultados da análise de variância mostram que o stress hídrico e a interacção entre o stress e período do stress não tiveram efeito no conteúdo de óleo, mas o período do stress afectou significativamente o conteúdo de óleo (Tabela 1). Estes resultados contradizem com os encontrados pelo Nell *et al.* (2001) que referem que, o conteúdo de óleo reduz devido ao stress hídrico.

Tab 5: Conteúdo de óleo no grão de amendoim.

Período de stress	Conteúdo de óleo
Vegetativo	48.3
Reprodutivo	49.5

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. CONCLUSÕES

Os objectivos deste estudo foram de avaliar a sensibilidade das fases vegetativa e reprodutiva nos parâmetros de conteúdo relativo de água, número de vagens por planta, peso de 100 sementes, rendimento do grão em (g) por planta e o conteúdo de óleo com base nesses objectivos conclui-se que:

- I. O stress hídrico reduziu o rendimento do grão por planta, o número de vagens por planta e o peso de 100 sementes.
- II. A fase reprodutiva foi a fase mais sensível ao stress hídrico do que a fase vegetativa.

5.2. RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados recomenda-se que:

- I. No caso de praticar a agricultura de sequeiro deve se ajustar a data de sementeira com vista a fazer coincidir a fase reprodutiva com os períodos de maior disponibilidade de chuvas.
- II. No caso de agricultura com rega maiores esforços devem ser concentrados nesta fase por forma a evitar défice de água.
- III. Sejam feitos outros trabalhos de género mas num sentido mais alargado, usando mais do que uma variedade.
- IV. Para além da determinação do conteúdo de óleo deverá ser feito estudo para determinar a qualidade de óleo usando o método de ressonância magnética nuclear da alta resolução.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS

- AHMED, E. & YOUNG, C., 1982. Composition, quality and flavor of peanuts. *In* (Harold E. Pattee & Clyde T. Young) eds. Peanut science and technology. *American peanut research and education society. Inc.* North Carolina State University. USA.
- AUGUSTO, J., 1996. Influência da sementeira com e sem casca e de 4 compassos na densidade e no rendimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.). Tese de licenciatura. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal. Universidade Eduardo Mondlane. Maputo.
- BOOTE, K., STANSELL, J., SCHUBERT, A. & STONE, J., 1982. Composition, and quality of peanuts. *In* (Harold E. Pattee & Clyde T. Young) eds. Peanut science and technology. *American peanut research and education society. Inc.* North Carolina State University. USA.
- BENACCHIO, S., MAZZANI, B. & CANACHE, S., 1997. Estudio de algunas relaciones fenológico ambientales en el cultivo del mani (*Arachis hypogaea* L.). *Agronomia tropical*. 28 (5), 483-507.
- CHIULELE, R., 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., 2004a. Apontamentos de fisiologia das culturas. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal. Universidade Eduardo Mondlane. Maputo.

- CHIULELE, R., 2004b. Apontamentos de culturas alimentares e industriais. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal. Universidade Eduardo Mondlane. Maputo.
- CHIULELE, R. & AGENBANG, G., 2004. Plant water relations and proline accumulation on two cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) walp.) cultivars as a response to water stress. *S. Afr. J. Plant Soil.* 21 (2), 109-113.
- COSTA, A., 2001. As relações hídricas das plantas vasculares. Departamento de biologia. Universidade de Évora. Portugal. 12ª parte.
- FAO., 1984. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Desenvolvimento económico e social. Série 17. Institut africain pour le développement économique et social. Abijan.
- FERREIRA, L. & ARAÚJO, W., 1997. Efeito do défice hídrico durante diferentes estágios do Amendoim. *Pesq. Agropec. Bras.* 32 (5), 481-484.
- FILTER, A. H., & HAY, R., 1991. Environmental physiology of plants. 2ed. Academic press limited. London. 423p.
- HAMMONS, R. O., 1982. Origin and early history of the peanut. In (Harold E. Pattee & Clyde T. Young) eds. Peanut science and technology. *American peanut research and education society. Inc.* North Carolina State University. USA.

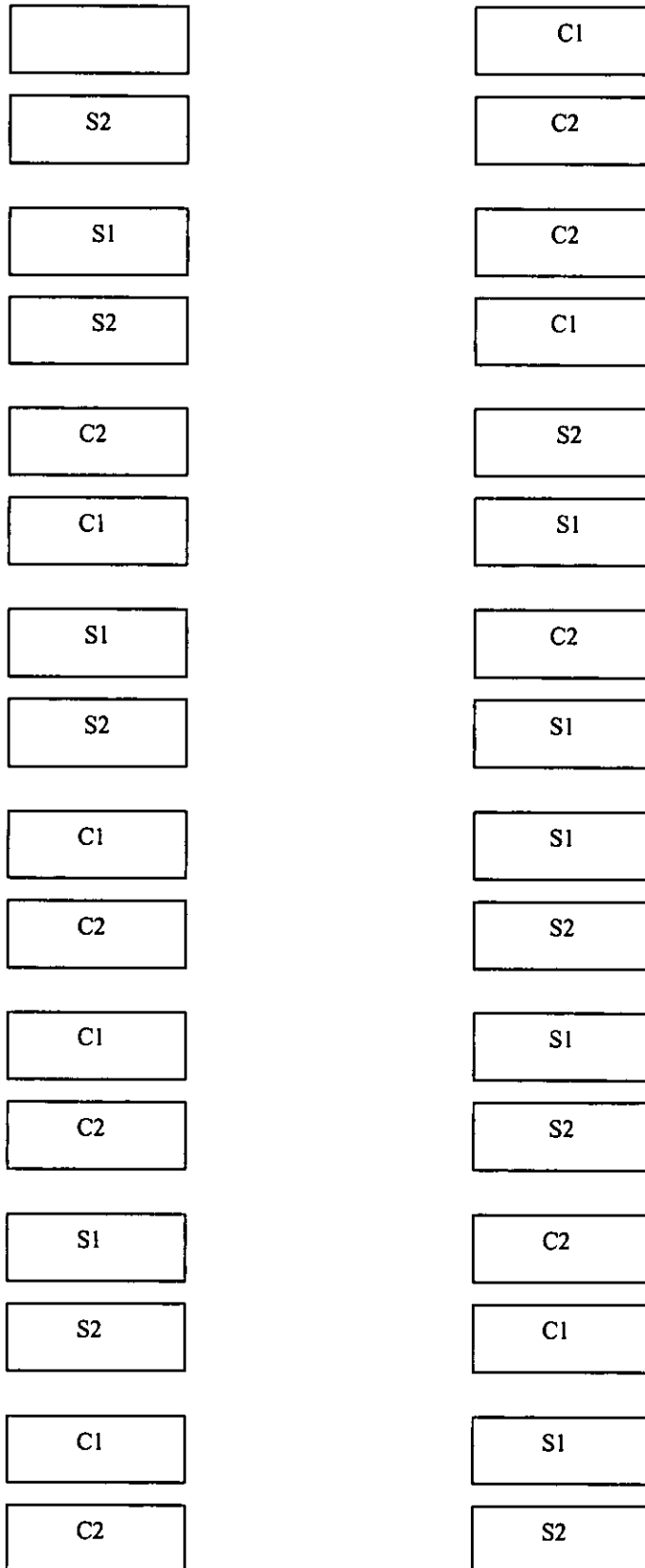
- HO, T. H. D. & SACHS, M. M., 1989. Regulation of growth and development of plants growing with a restricted supply of water. In (H. G. Jones, T. J. Flower & M. B. Jones) eds. *Plants under stress. Society for experimental biology. Seminer series 39.* Cambridge University press. Cambridge.
- JAIN, L., PANDA, R. & SHARMA, C., 1997. Water stress response function for groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Agricultural water management.* 32, 197-209.
- LARCHER, W., 1995. *Physiological plant ecology, ecofisiology and stress physiology of functional groups.* 3ed. Austrália. ISBN springer- verlag New York Berlin Heidelberg. 506.
- MUDANISSE, F., 1998. Variabilidade fenotípica das mafurreiras dos arredores da cidade de Maputo. Tese de licenciatura. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal. Universidade Eduardo Mondlane. Maputo.
- NELL, A., LOUBSER & HAMMES, L., 2001. The effect of water stress during grain filling on the yield and processing quality of sunflower seed. *S. Afr. J. plant soil.* 18 (3), 114-117.
- NIELSEN, D. & NELSON, N., 1998. Black bean sensitivity to water stress at various growth stages. *Crop Sci.* 38, 422-427.
- NOGUEIRO, R. & SANTOS, R., 2000. Alterações fisiológicas no amendoim submetido ao stress hídrico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambienta.* 4 (1), 41-45.

o

- SANTOS, R. & NOGUEIRA, R., 2004. Alterações fisiológicas no Amendoim submetido ao stress hídrico. *Revista brasileira da engenharia Agrícola e Ambiental*. 4 (1), 41-45.
- SAULESCU, N., KRONSTAD, W. & MOSS, D., 1995. Detention of genotypic differences in early growth response to water stress in wheat using the snow and tingey system. *Crop Sci*. 35, 928-931.
- SOBRANDO, M. & TURNER, N., 1983. Influence of water deficits on the water relations characteristics and productivity of wild and cultivated sunflowers. *Aust. J. Plant Physiol*. 10, 195-203.
- SILVA, L., FILHO, J., BELTRÃO, N. & RAO, T., 1997. Variação diurna da resistência estomática á difusão de vapor de água em amendoim irrigado. *Revista brasileira da engenharia agrícola*. 4 (1), 121-129.
- STOLL, W. R. M., 1965. The problem of water outflow from roots. In (B. Slavik) eds. Water stressing plants. *Proceedings of a symposium held in Prague*. Czechoslovak academy of sciences. Czechoslovak.
- SKRYPTES, V., ENFERADI, S. & OLIVIERI, A., 1999. Qualidade de óleo de girassol, influência de aquecimento e oxidação. In: *Proceeding the symposium on sunflower and other oilseed crops in developing countries*. Maputo, 9-12 de fevereiro de 1999, 301-308.
- TURNER, N. C., 1986. Crop water deficits. *Advances in Agronomy*. 39, 1-53.

ANEXOS

ANEXO 1: ESQUEMA DO ENSAIO



Onde:

S_1 Plantas stressadas na fase vegetative;

S_2 Plantas stressadas na fase reprodutiva;

C_1 Plantas de controle na fase vegetative;

C_2 Plantas de controle na fase reprodutiva.

Anexo 2. Resultados de análise de variância

The SAS System

12:22 Tuesday, September 4, 2005

O b s	b l o c o	s t r e s	p e r i o d	v a r i a n c i a	r e n d i c e	r w c 1	r w c 2	r w c 3	r w c 4	r w c 5	p e s o l o	p r o t e i n a
1	1	1	1	20	21.2	85.2	63.1	63.1	79.6	98.2	34.60	14.15
2	2	1	1	22	21.0	92.4	81.5	81.5	73.4	66.1	33.50	35.20
3	3	1	1	22	22.2	88.7	83.6	83.6	81.5	57.1	30.40	32.50
4	4	1	1	21	20.3	88.2	81.5	81.5	76.2	65.3	34.00	30.40
5	5	1	1	20	20.3	85.1	83.1	83.1	74.4	73.6	33.60	30.52
6	6	1	1	20	20.2	92.0	85.2	85.2	70.0	59.4	33.70	32.50
7	7	1	1	21	22.0	88.4	62.9	62.9	79.9	74.7	31.90	24.60
8	8	1	1	20	19.0	88.0	73.0	73.0	68.5	75.8	32.80	11.60
9	1	1	2	14	9.1	83.1	73.6	73.6	63.5	68.3	27.60	30.50
10	2	1	2	13	8.8	89.9	86.9	86.9	77.7	71.2	29.90	23.70
11	3	1	2	14	8.8	95.7	72.7	72.7	62.8	68.4	28.80	20.31
12	4	1	2	12	8.3	85.2	94.3	94.3	85.5	69.0	27.60	36.70
13	5	1	2	13	8.6	84.3	78.4	78.4	68.3	60.9	24.90	22.60
14	6	1	2	13	8.3	91.1	86.5	86.5	77.5	69.7	28.00	29.40
15	7	1	2	11	7.7	88.6	77.0	77.0	69.0	67.2	30.00	21.03
16	8	1	2	14	11.0	88.7	73.5	73.5	79.6	69.2	25.70	16.60
17	1	2	1	33	38.3	92.9	73.6	73.6	68.9	76.7	46.60	32.50
18	2	2	1	36	41.7	86.7	86.9	86.9	81.0	60.3	55.70	21.00
19	3	2	1	36	42.0	84.4	72.4	72.4	67.5	77.9	45.70	23.60
20	4	2	1	43	47.0	85.4	94.3	94.3	89.3	76.7	40.10	30.40
21	5	2	1	40	55.5	84.1	78.4	78.4	73.4	98.2	50.70	22.60
22	6	2	1	47	50.4	96.8	86.5	86.5	81.5	68.1	52.10	29.00
23	7	2	1	33	40.0	88.8	77.0	77.0	76.2	59.1	53.30	30.40
24	8	2	1	36	43.3	84.2	86.5	86.5	74.4	67.3	52.00	32.50
25	1	2	2	37	43.8	90.9	74.7	74.7	70.0	75.6	50.88	20.80
26	2	2	2	34	41.7	88.7	85.8	85.8	79.9	61.4	42.80	31.30
27	3	2	2	34	54.6	82.4	73.8	73.8	68.5	76.7	51.10	28.40
28	4	2	2	43	50.0	87.4	93.2	93.2	88.2	77.8	46.94	19.00
29	5	2	2	40	45.5	82.1	79.5	79.5	74.5	98.0	42.78	22.60
30	6	2	2	33	40.3	83.8	87.6	87.6	80.4	70.2	59.06	47.60
31	7	2	2	43	44.7	86.8	78.1	78.1	77.3	60.2	46.50	37.40
32	8	2	2	36	41.7	87.0	74.6	74.6	75.4	64.1	49.70	20.39

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
bloco	8	1 2 3 4 5 6 7 8
stress	2	1 2
period	2	1 2
Number of observations		32

The GLM Procedure

Dependent Variable: vageplt

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	17	3860.125000	227.066176	19.06	<.0001
Error	14	166.750000	11.910714		
Corrected Total	31	4026.875000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	vageplt Mean
0.958591	12.63594	3.451190	27.31250

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloco	7	47.875000	6.839286	0.57	0.7656
stress	1	3486.125000	3486.125000	292.69	<.0001
period	1	136.125000	136.125000	11.43	0.0045
stress*period	1	105.125000	105.125000	8.83	0.0101
bloco*stress	7	84.875000	12.125000	1.02	0.4601

The GLM Procedure

Dependent Variable: rendplt

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	17	8072.907813	474.876930	29.82	<.0001
Error	14	222.974375	15.926741		
Corrected Total	31	8295.882188			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	rendplt Mean
0.973122	13.34029	3.990832	29.91563

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloco	7	86.804688	12.400670	0.78	0.6155
stress	1	7311.427812	7311.427812	459.07	<.0001
period	1	261.632813	261.632813	16.43	0.0012
stress*period	1	310.627813	310.627813	19.50	0.0006
bloco*stress	7	102.414687	14.630670	0.92	0.5208

The GLM Procedure

Dependent Variable: rwc1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	17	294.3137500	17.3125735	1.97	0.1029
Error	14	123.0150000	8.7867857		
Corrected Total	31	417.3287500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	rwc1 Mean
0.705232	3.379268	2.964251	87.71875

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloco	7	119.9187500	17.1312500	1.95	0.1363
stress	1	15.4012500	15.4012500	1.75	0.2067
period	1	7.6050000	7.6050000	0.87	0.3680
stress*period	1	5.1200000	5.1200000	0.58	0.4579
bloco*stress	7	146.2687500	20.8955357	2.38	0.0795

The GLM Procedure

Dependent Variable: rwc2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	17	1594.610313	93.800607	3.85	0.0072
Error	14	340.996875	24.356920		
Corrected Total	31	1935.607188			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	rwc2 Mean
0.823830	6.169814	4.935273	79.99063

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloco	7	1324.024688	189.146384	7.77	0.0006
stress	1	66.412812	66.412812	2.73	0.1209
period	1	13.390312	13.390312	0.55	0.4707
stress*period	1	43.477813	43.477813	1.79	0.2028
bloco*stress	7	147.304687	21.043527	0.86	0.5566

The GLM Procedure

Dependent variable: rwc3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	17	1594.610313	93.800607	3.85	0.0072
Error	14	340.996875	24.356920		
Corrected Total	31	1935.607188			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	rwc3 Mean
0.823830	6.169814	4.935273	79.99063

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloco	7	1324.024688	189.146384	7.77	0.0006
stress	1	66.412812	66.412812	2.73	0.1209
period	1	13.390312	13.390312	0.55	0.4707
stress*period	1	43.477813	43.477813	1.79	0.2028
bloco*stress	7	147.304687	21.043527	0.86	0.5566

The GLM Procedure

Dependent Variable: peso100

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	17	3084.187300	181.422782	10.92	<.0001
Error	14	232.683900	16.620279		
Corrected Total	31	3316.871200			

R-Square Coeff Var Root MSE peso100 Mean
 0.929848 10.24836 4.076798 39.78000

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloco	7	93.799200	13.399886	0.81	0.5961
stress	1	2793.033800	2793.033800	168.05	<.0001
period	1	73.326050	73.326050	4.41	0.0543
stress*period	1	39.516050	39.516050	2.38	0.1454
bloco*stress	7	84.512200	12.073171	0.73	0.6530

The GLM Procedure

Dependent Variable: proteina

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	17	954.670813	56.157107	0.97	0.5284
Error	14	808.819938	57.772853		
Corrected Total	31	1763.490750			

R-Square Coeff Var Root MSE proteina Mean
 0.541353 28.22314 7.600846 26.93125

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloco	7	492.6622500	70.3803214	1.22	0.3554
stress	1	43.1985125	43.1985125	0.75	0.4018
period	1	0.8256125	0.8256125	0.01	0.9065
stress*period	1	8.1204500	8.1204500	0.14	0.7133
bloco*stress	7	409.8639875	58.5519982	1.01	0.4627

R-Square Coeff Var Root MSE oleo Mean
 0.620159 2.084843 1.019104 48.88156

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloco	7	11.12779687	1.58968527	1.53	0.2355
Stress	1	0.05695313	0.05695313	0.05	0.8182
Periodo	1	11.24565312	11.24565312	10.83	0.0054
Stress*Periodo	1	0.04277813	0.04277813	0.04	0.8421
Bloco*Stress	7	1.26602188	0.18086027	0.17	0.9866

The SAS System 10:29 Saturday, September 22, 2001⁴

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for oleo

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 14
 Error Mean Square 1.038573

Number of Means 2
 Critical Range .7728

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Stress
A	48.9238	16	1
A	48.8394	16	2

The SAS System 10:29 Saturday, September 22, 2001⁵

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for oleo

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 14
 Error Mean Square 1.038573

Number of Means 2
 Critical Range .7728

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Periodo
A	49.4744	16	2
B	48.2888	16	1

The GLM Procedure

Level of Stress	Level of Periodo	N	-----oleo----- Mean	Std Dev
1	1	8	48.3675000	0.72164000
1	2	8	49.4800000	0.56520540
2	1	8	48.2100000	0.98492929
2	2	8	49.4687500	1.42736958

Level of Bloco	Level of Stress	N	-----oleo----- Mean	Std Dev
1	1	2	49.1500000	1.27279221
1	2	2	49.1000000	1.34350288
2	1	2	49.7550000	0.36062446
2	2	2	50.0300000	1.38592929
3	1	2	49.3250000	0.88388348
3	2	2	48.4600000	0.55154329
4	1	2	49.5500000	0.63639610
4	2	2	49.5100000	0.70710678
5	1	2	48.4550000	0.50204581
5	2	2	48.4550000	3.33047294
6	1	2	48.0400000	1.23036580
6	2	2	48.0400000	1.59806133
7	1	2	48.6100000	0.69296465
7	2	2	49.1100000	1.40007143
8	1	2	48.5050000	0.71417785
8	2	2	48.0100000	0.00000000

Anexo 2. resultados de análise de variância do conteúdo de óleo

The SAS System

1
10:29 Saturday, September 22, 2001

Obs	Bloco	Stress	Periodo	oleo
1	1	1	1	48.25
2	2	1	1	49.50
3	3	1	1	48.70
4	4	1	1	49.10
5	5	1	1	48.10
6	6	1	1	47.17
7	7	1	1	48.12
8	8	1	1	48.00
9	1	1	2	50.05
10	2	1	2	50.01
11	3	1	2	49.95
12	4	1	2	50.00
13	5	1	2	48.81
14	6	1	2	48.91
15	7	1	2	49.10
16	8	1	2	49.01
17	1	2	1	48.15
18	2	2	1	49.05
19	3	2	1	48.07
20	4	2	1	49.01
21	5	2	1	46.10
22	6	2	1	49.17
23	7	2	1	48.12
24	8	2	1	48.01
25	1	2	2	50.05
26	2	2	2	51.01
27	3	2	2	48.85
28	4	2	2	50.01
29	5	2	2	50.81
30	6	2	2	46.91
31	7	2	2	50.10
32	8	2	2	48.01

The SAS System

2
10:29 Saturday, September 22, 2001

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Bloco	8	1 2 3 4 5 6 7 8
Stress	2	1 2
Periodo	2	1 2

Number of observations 32

The SAS System

3
10:29 Saturday, September 22, 2001

The GLM Procedure

Dependent Variable: oleo

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	17	23.73920312	1.39642371	1.34	0.2910
Error	14	14.54001875	1.03857277		
Corrected Total	31	38.27922188			

The GLM Procedure

Level of stress	Level of period	N	-----vagepl-----		-----rendpl-----	
			Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
1	1	8	20.7500000	0.88640526	20.7750000	1.04846827
1	2	8	13.0000000	1.06904497	8.8250000	0.97650982
2	1	8	38.0000000	4.95695759	44.7750000	5.80240098
2	2	8	37.5000000	4.03555625	45.2875000	4.81291046

Level of stress	Level of period	N	-----rwc1-----		-----rwc2-----	
			Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
1	1	8	88.5000000	2.68061827	76.7375000	9.22712422
1	2	8	88.3250000	4.10670184	80.3625000	7.94048172
2	1	8	87.9125000	4.67651809	81.9500000	7.71325390
2	2	8	86.1375000	3.11124114	80.9125000	7.15670265

Level of stress	Level of period	N	-----rwc3-----		-----rwc4-----	
			Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
1	1	8	76.7375000	9.22712422	75.4375000	4.74339767
1	2	8	80.3625000	7.94048172	72.9875000	8.23345744
2	1	8	81.9500000	7.71325390	76.5250000	7.19081756
2	2	8	80.9125000	7.15670265	76.7750000	6.26959785

Level of stress	Level of period	N	-----rwc5-----		-----peso100-----	
			Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
1	1	8	71.2750000	12.9117610	33.0625000	1.34370224
1	2	8	67.9875000	3.0907408	27.8125000	1.82007653
2	1	8	73.0375000	12.5209467	49.5250000	5.05024752
2	2	8	73.0000000	12.2704057	48.7200000	5.30003774

Level of stress	Level of period	N	-----proteina-----	
			Mean	Std Dev
1	1	8	26.4337500	8.9216253
1	2	8	25.1050000	6.5702664
2	1	8	27.7500000	4.6297177
2	2	8	28.4362500	10.0139873