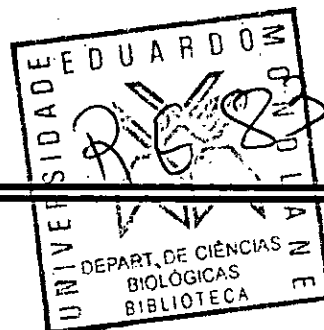


BIO-192



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS**  
**Departamento de Ciências Biológicas**

**Trabalho de Licenciatura**

**Efeitos da deficiência de elementos nutrientes no desenvolvimento do Amendoim (*Arachis hypogaea*) e Feijão jago (*Voandzeia subterranea*)**



Autor: Alexandre Manuel Siteo

Maputo, Agosto de 2003

Q. B. 83



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
Departamento de Ciências Biológicas

**Trabalho de Licenciatura**

**Efeitos da deficiência de elementos nutrientes no desenvolvimento  
do Amendoim (*Arachis hypogaea*) e Feijão jugo (*Voandzeia  
subterranea*)**

Autor: Alexandre Manuel Siteo

Supervisor: Prof. Doutor Orlando A. Quilambo

Maputo, Agosto de 2003

## AGRADECIMENTOS

- Em primeiro lugar endereço a minha gratidão ao projecto DEIBI (Projecto do desenvolvimento da investigação no departamento de Ciências Biológicas) pelo apoio material e financeiro prestado.
- Ao meu supervisor Prof. Doutor Orlando A. Quilambo pelo apoio incansável demonstrado na transmissão dos seus conhecimentos ao longo de todo trabalho.
- À dr<sup>a</sup> Aidate Mussagy pela atenção prestada ao longo do trabalho, o meu muito obrigado.
- À dr<sup>a</sup> Célia Martins pelo fornecimento de sementes de amendoim e conselhos prestados ao longo do ensaio e colheita dados, o meu muito obrigado.
- À todos os docentes do Departamento de Ciências Biológicas pela paciência que demonstraram ao longo dos cinco anos na transmissão dos seus conhecimento, o meu muito obrigado.
- Ao eng. Dickson pela explicação prestada na utilização do pacote estatístico MSTATC para análise de dados, o meu muito obrigado
- Aos estudantes de Fisiologia Vegetal do ano lectivo 2002/2003, pelo apoio moral prestado, o meu muito obrigado.
- À Valera Dias pela ajuda prestada na colheita de dados, o meu muito obrigado.
- À minha colega Albertina Levi, pela compreensão na coordenação do registo da temperatura, radiação fotossintética activa e humidade ao longo de todo o ensaio, o meu muito obrigado.
- Aos senhores Vilanculos, Simião, Mazuze e Fernando pelo apoio prestado na preparação do solo e enchimento dos vasos, o meu muito obrigado.
- À Dona Helena e Sr. Siteo ambos do laboratório de Fisiologia Vegetal, pela ajuda concedida na preparação das soluções nutritivas, o meu muito obrigado.
- Aos meus colegas e amigos Ribeiro, Mizeque, Manuel, Plácido, Daniela, Ariscado, Barros, Evelina, Arminda, Paula, Rezia, Ângelo, Moniz, e outros, o meu muito obrigado.
- Aos meus pais pelo carinho e apoio prestado ao longo de toda carreira estudantil, o meu muito obrigado.
- Aos meus irmãos Marta, Armindo, Pascoal, Victorino pelo apoio e moral prestado ao longo de toda carreira estudantil, o meu muito obrigado.
- E finalmente a todos que directa ou indirectamente contribuíram para a realização do presente trabalho.

**DEDICATÓRIA.**

Dedico este trabalho à memória inesquecível do meu pai.

Manuel João Siteo

&

Aos meus irmãos.

## DECLARAÇÃO

Declaro por minha honra que os dados que constam no presente trabalho são verdadeiros e reflectem os dados colhidos no campo.

Maputo, aos 05 de Setembro de 2003

Alexandre Manuel Siteo

*Alexandre Manuel Siteo*

---

### LISTA DE ABREVIATURAS.

- ABA – Ácido abscísico  
%MS- Percentagem da matéria seca  
%S- Percentagem de sintomas  
AF- Área foliar  
DFMS- Distribuição final da matéria seca  
DR- Densidade das raízes  
NF- Número de folhas  
NN- Número de nódulos  
NV- Número de vagens  
PFC- Peso fresco do caule  
PFF- Peso fresco das folhas  
PFR- Peso fresco das raízes  
PFV- Peso fresco das vagens  
PIS- Peso inicial das sementes  
PSC- Peso seco do caule  
PSF- Peso seco das folhas  
PSR- Peso seco da raiz  
RAF- Razão da área foliar  
RPF- Razão do peso seco das folhas  
RPR- Razão do peso seco das raízes  
RPRPA- Razão do peso seco da raiz por parte aérea  
RPV- Razão do peso seco das vagens  
SDS- Semanas depois da sementeira  
TAA- Taxa de assimilação aparente  
TCA- Taxa de crescimento absoluto  
TCR- Taxa de crescimento relativo

## RESUMO

O amendoim (*Arachis hipogaea*) é uma cultura tradicional entre as populações africanas e a sua introdução é importante nas regiões tropicais e subtropicais pelo seu valor na alimentação humana e na indústria. Em Moçambique, o amendoim é cultivado principalmente sob condições de baixa precipitação e em solos inférteis ao longo da costa, onde esses solos são geralmente pobres em nitrogénio e fósforo.

O feijão jugo (*Voandzeia subterranea*) é cultivado na agricultura de subsistência em regiões semi-áridas de África onde o sucesso de outras leguminosas é incerto, devido a pobreza dos solos, seca e doenças.

A nutrição mineral das planta é um factor importante para a obtenção de altos rendimentos, e sua deficiência pode limitar o seu crescimento/desenvolvimento.

Sendo a nutrição mineral importante às plantas torna-se interessante estudar os seus efeitos nas condições de deficiência, nomeadamente os sintomas apresentados pelas plantas no seu crescimento, padrões de crescimento, correlação existente entre a deficiência em nutrientes e crescimento das plantas e a correlação existente entre a deficiência em nutrientes e o seu rendimento.

O ensaio foi montado nos viveiros da estufa pertencente ao Departamento de Ciências Biológicas desde o mês de Fevereiro até de Junho de 2003. Durante o período do desenvolvimento das plantas foi usado o sistema de tratamento "menos um factor" ou seja um grupo vasos recebia uma nutrição completa, no entanto os outros vasos cada vez um macronutriente não era fornecido.

No período da colheita as plantas foram separadas em raiz, caule, folhas, nódulos e vagens e posterior determinação dos seus pesos secos.

Uma avaliação global do nível de ocorrência dos sintomas nas folhas do amendoim e do feijão jugo permite constatar que foram registadas níveis baixos de sintomas nas folhas, embora os níveis aumentaram nas semanas 8-15, resultado de maior exigência de nutrientes no período reprodutivo.

Os sintomas de deficiência de nutrientes foram mais notáveis nos tratamentos sem Magnésio, Enxofre, Potássio e Fósforo.

O peso seco das folhas, a área foliar e o rendimento foram os parâmetros mais afectados pela deficiência de nutrientes nas plantas.

## ÍNDICE

Conteúdo	Pagina
Agradecimentos-----	i
Dedicatória -----	ii
Declaração -----	iii
Lista de abreviaturas -----	iv
Resumo -----	v
1.0. INTRODUÇÃO-----	1
1.1. Amendoim ( <i>Arachis hipogaea</i> L.)-----	1
1.2. Feijão jugo ( <i>Voandzeia subterranea</i> L.)-----	2
1.3. <u>Nutrição mineral do Amendoim</u> ( <i>Arachis hipogaea</i> L.) e Feijão jugo ( <i>Voandzeia subterranea</i> L.)-----	4
1.4. Ecologia -----	8
1.4.1. Solo-----	8
1.4.2. Fotoperiodismo -----	8
1.4.3. Clima -----	8
1.5. Importância do estudo -----	9
1.6. OBJECTIVOS -----	9
1.7. PROBLEMA A ESTUDAR-----	9
1.8. HIPÓTESES -----	10
2.0. MATERIAL E METODOS-----	10
2.1. Material Vegetal-----	10
2.2. Solo-----	10
2.3. Material e equipamento experimental -----	11
2.4. Condições de crescimento -----	12
2.5. Desenho experimental -----	12
2.6. Parâmetros medidos antes da sementeira -----	13
2.7. Parâmetros medidos depois da sementeira-----	13
2.7.1. Análise da deficiência de elementos nutrientes no amendoim e feijão jugo-----	13
2.7.2. Peso fresco e peso seco-----	13



2.7.3. Área foliar -----	14
2.7.4. Contagem dos Nódulos -----	14
2.7.5. Contagem das vagens -----	14
3.0. ANÁLISE DOS RESULTADOS -----	14
3.1. Razão da área foliar -----	14
3.2. Taxa de Crescimento Absoluto -----	14
3.3. Taxa de Crescimento Relativo -----	14
3.4. Taxa de assimilação aparente -----	15
3.5. Razão do peso seco das folhas -----	15
3.5. Razão do peso seco das raízes -----	15
3.6. Razão do peso seco das raízes por parte aérea da planta -----	15
3.7. Densidades das raízes -----	16
3.8. Percentagem da matéria seca total -----	16
3.9. Razão do peso seco das vagens -----	16
3.10. Percentagem de sintomas -----	16
4.0. ANÁLISE ESTATÍSTICA DE DADOS -----	16
5.0. RESULTADOS -----	17
5.1. Efeito da deficiência de elementos nutrientes no crescimento da raiz, caule e folhas -----	20
5.1.1. Peso seco total da planta -----	20
5.1.2. Peso seco das raízes -----	21
5.1.3. Peso seco do caule -----	22
5.1.4. Peso seco das folhas -----	23
5.2. Número de folhas -----	25
5.3. Área foliar -----	26
5.4. Número de vagens -----	27
5.5. Peso seco das vagens -----	29
5.6. Número de nódulos -----	30
5.7. Taxa de crescimento Absoluto -----	31
5.8. Taxa de Crescimento Relativo -----	33
5.9. Taxa de assimilação aparente -----	34
5.10. Razão da área foliar -----	36

5.11 Razão do peso seco das folhas -----	38
5.12 Razão do peso seco das raízes -----	40
5.13 Razão do peso seco das raízes por parte aérea da planta-----	41
5.14 Densidades das raízes-----	42
5.15 Percentagem da matéria seca total-----	44
5.16 Distribuição final da matéria seca pelas partes da planta -----	45
5.17 Correlação entre a deficiência de elementos nutrientes e TCR, PSTP, PSV e NV-----	46
6.0. DISCUSSÃO -----	48
6.1.Avaliação do nível de sintomas apresentados pelas plantas -----	48
6.2. Efeito da deficiência de elementos nutrientes no crescimento da raiz, caule e folhas-----	48
6.3.Efeito da deficiência de elementos nutrientes no numero de folhas e na área foliar -----	53
6.4.Efeito da deficiência de elementos nutrientes no numero e peso seco das vagens -----	55
6.5.Efeito da deficiência de elementos nutrientes na nodulação -----	57
6.6.Efeito da deficiência de elementos nutrientes na TCA, TCR e TAA -----	58
6.7.Efeito da deficiência de elementos nutrientes na RAF e RPF-----	59
6.8.Efeito da deficiência de elementos nutrientes na RPR, RPRPA e DR -----	60
6.9.Efeito da deficiência de elementos nutrientes na %M e DFMS -----	61
7.0.CONCLUSÃO-----	63
8.0.RECOMENDAÇÕES -----	64
9.0.LIMITAÇÕES -----	64
10.0. BIBLIOGRAFIA -----	65
11.0. ANEXOS -----	69

## 1.0. INTRODUÇÃO

### 1.1. Amendoim (*Arachis hypogaea*)

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma espécie originária da América do Sul, região do Mato Grosso, no Brasil (Pattee & Young, 1982). Foi trazido para África Ocidental a partir do Brasil pelos portugueses no século XVI e depois levado para a costa Oriental Africana (Verona, 1985).

Esta cultura é uma leguminosa anual da família Fabaceae, pertencente à sub-família Papilionoideae e possui muitas variedades (Malithano & Ramanaiah 1984)

O nome botânico *Arachis hypogaeae* L. é derivado das palavras gregas *Arachis*, que significa legume e *hypogaea* que significa debaixo do solo, referindo-se à formação das vagens debaixo do solo (Malithano & Ramanaiah 1984).

Normalmente, o amendoim tem um bom desenvolvimento radicular, com muitas raízes laterais. O comprimento das raízes pode atingir dois metros em solos não compactos. Sob condições favoráveis, o crescimento radicular é muito rápido, podendo atingir trinta centímetros de comprimento até aos primeiros onze dias depois da sementeira. Um sistema radicular extenso constitui o factor mais importante para a habilidade da planta em resistir a períodos secos (Weiss, 1983). A folha é composta por três ou quatro folíolos, basicamente de cor verde clara, levemente peludas, com três a cinco centímetros de comprimento (Weiss, 1983).

A floração é abundante, com o aparecimento das primeiras flores após cerca de trinta dias depois da sementeira, podendo iniciar-se até aos 60 dias depois da sementeira (Verona, 1985). Após a fecundação, o tecido que existe na base do ovário, transforma este ovário numa estrutura alongada e pontiaguda, o ginóforo. O ginóforo cresce e curva para o solo, penetrando alguns centímetros, começa a avolumar-se com o desenvolvimento dos óvulos, até transformar-se em fruto. Se a distância que o ginóforo tem que percorrer até ao solo for grande ou o solo oferecer resistência a penetração, o ginóforo acaba por murchar e não frutifica (Verona, 1985).

O amendoim é uma cultura tradicional entre as populações africanas e a sua introdução é importante nas regiões tropicais e subtropicais pelo seu valor na alimentação humana e na indústria.

Em Moçambique, o amendoim é cultivado principalmente sob condições de baixa precipitação e em solos inférteis ao longo da costa, onde esses solos são geralmente pobres em nitrogénio e fósforo (Ramanaiah *et al.*, 1987 & Cordovilla *et al.*, 1995). Sabendo que a fertilização do solo não é uma prática comum em Moçambique pelos pequenos agricultores, isto resulta numa fraca produtividade.

Estes e outros constrangimentos levaram a que o amendoim passasse de cultura de rendimento para uma cultura de subsistência, passando as populações rurais a depender de sementes adquiridas na rede comercial ou importadas tanto para o consumo como para a produção agrícola (Quilambo, 2000).

Assim, qualquer esforço tendente a aumentar a produção/rendimento do amendoim, reveste-se de grande importância, uma vez que uma maior produção melhoraria não só a dieta das populações rurais, mais contribuiria também para a melhoria do seu rendimento económico.

### 1.2. Feijão jugo (*Voandzeia subterranea*)

O feijão jugo (*Voandzeia subterranea*) é cultivado na agricultura de subsistência em regiões semi-áridas de África onde o sucesso de outras leguminosas é incerto, devido à pobreza dos solos, seca e doenças. Contudo, sabe-se que podem ser atingidos elevados índices de produção em boas condições de fertilidade e precipitação (Hepper, 1993, citado por Kishinevsky *et al.*, 1996 e Linneman & Craufurd 1994).

Esta cultura ao contrário de muitos outros feijões, é uma cultura indígena de África, sendo encontrado largamente distribuído a partir da região do Senegal a Kenya, do Sahara a África do Sul e ainda em Madagáscar (Kishinevsky *et al.*, 1996). Actualmente, encontra-se

igualmente distribuída na Ásia, parte da Austrália e ainda na América Central e do Sul ( Kay, 1979 & Williams *et al.*, 1990).

Esta leguminosa pertencente à família das Fabaceae e Sub-família Papilionoideae, com muitas variedades que diferem no tamanho e na forma da folha, no tamanho e na cor da semente. A cor da semente varia desde a cor branca, vermelha, marfim, castanha ou preta, podendo ainda possuir pintas ou manchas, e o peso da semente, varia de 0.15g a 1.20g (Purseglove 1968; Kay 1979; Nwokolo & Smartt 1996).

○ feijão jugo é considerado no continente Africano, a terceira leguminosa mais importante depois do amendoim e do feijão nhemba em termos de produção e consumo (Kishinevsky *et al.*, 1996). Nos últimos anos, investigações adicionais têm sido levadas a cabo no sentido de explorar as possibilidades do feijão jugo na produção do leite vegetal, e ainda na extracção de proteínas com propriedades funcionais, para o processamento de alimentos (Brough *et al.*, 1993 citado por Magaia, 2001).

Em Moçambique o feijão jugo é considerado entre as leguminosas de importância secundária, a segunda leguminosa mais importante em termos de área cultivada e produz bons rendimentos em solos de áreas pobres em nutrientes onde a precipitação é irregular ( Sul de Moçambique), em solos onde a precipitação é abundante (Nampula) e nas altas altitudes (Niassa) (Brough *et al.*, 1993 citado por Magaia, 2001). A cultura encontra-se entre os produtos mais utilizados na dieta alimentar em Moçambique juntamente com outras leguminosas de grão com elevado conteúdo proteico, podendo ser consumido quer como semente de vagem imatura quer como semente seca, sendo por isso muito importante para o sector familiar (Brough *et al.*, 1993 citado por Magaia, 2001).

Um aspecto peculiar da importância do feijão jugo é a fixação biológica de nitrogénio do ar à semelhança de outras leguminosas, por um processo de simbiose com *Rhizobium* spp. Neste processo, a planta fornece carboidratos para a bactéria enquanto o nitrogénio é usado pela planta. Este processo é muito importante pois enriquece os solos pobres e pode ser utilizado

como alternativa antes da sementeira de outras culturas que não são capazes de fixar o nitrogénio do ar (Kay 1979 ; Gascho & Davies, 1994).

A investigação sobre esta cultura é limitada devido ao seu baixo valor comercial resultante de um baixo conteúdo de lípidos ( 5- 8% ) quando comparado ao amendoim, apesar de ser uma importante fonte de proteínas ( 16- 25%) e de carboidratos (42- 60%)(Collinson *et al.*, 1996).

### 1.3. Nutrição mineral do amendoim (*Arachis hypogaea*) e feijão jugo (*Voandzeia subterranea* )

Para a nutrição das plantas existem três fontes principais de nutrientes que são: atmosfera, água e o solo (Noggle & Fritz, 1983; Taiz & Zeiger, 1998). O solo é a fonte principal dos nutrientes minerais, que são derivados da rocha mãe, resíduos de animais e plantas (Gros, 1967; Noggle & Fritz, 1983; Taiz & Zeiger, 1998 ).

Uma separação didáctica tradicional classifica a nutrição das plantas em orgânica e inorgânica (Gros, 1967; Marschner, 1995 & Fageria *et al.*, 1996). A primeira refere se à aquisição de carbono, oxigénio e hidrogénio, provenientes da atmosfera e da água, via fotossíntese e a nutrição inorgânica, também chamada mineral, se refere aos demais elementos que geralmente são absorvidos do solo ( Gros, 1967 & Marschner, 1995 & Fageria *et al.*, 1996 ). Os elementos minerais são absorvidos de acordo com as formas indicadas na tabela 1.

Tabela 1. Elementos nutrientes e suas formas de absorção

Elemento Nutriente	Símbolo Químico	Forma de absorção pelas plantas
<b>Macronutrientes.</b>		
Nitrogénio	N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Fósforo	P	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Potássio	K	K <sup>+</sup>
Cálcio	Ca	Ca <sup>2+</sup>

Magnésio	Mg	Mg <sup>2+</sup>
Enxofre	S	SO <sub>4</sub> <sup>2+</sup>
<b>Micronutrientes</b>		
Ferro	Fe	Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup>
Zinco	Zn	Zn <sup>2+</sup> , Zn(OH) <sub>2</sub> <sup>0</sup>
Manganês	Mn	Mn <sup>2+</sup>
Cobre	Cu	Cu <sup>2+</sup>
Boro	B	B(OH) <sub>3</sub> <sup>0</sup>
Molibdênio	Mo	MoO <sub>4</sub> <sup>+</sup>
Cloro	Cl	Cl <sup>-</sup>
Sódio	Na	Na <sup>+</sup>

Adaptado de Bennett (1993).

A absorção de nutrientes, nas duas leguminosas é relativamente pequena até ao início da floração. A partir daí, a absorção aumenta consideravelmente até a maturação, quando grande parte dos nutrientes é acumulada nas sementes. As necessidades de nutrientes minerais, atingem o seu máximo no início da floração e quando aparecem os ginóforos, estas necessidades voltam a intensificar-se (Almeida, 1969 & Verona, 1985)

A nutrição mineral de uma planta é um factor importante para a obtenção de altos rendimentos e sua deficiência pode limitar o seu desenvolvimento/crescimento (Von Liebing 1800 citado por Noggle & Fritz, 1983 & Premachandra *et al.*, 1991)

Os elementos minerais podem ser agrupados em essenciais e não essenciais, sendo que os essenciais são os elementos em que em caso de deficiência nas plantas, estas tornam-se incapacitadas de completar o seu ciclo de vida, e não podem ser substituídos por outros elementos, e, por outro lado, o seu efeito é directo sobre a planta e não se deve à interacção com outros elementos. Os elementos não essenciais são aqueles que são exigidos por alguns grupos de plantas ou ainda por plantas em circunstâncias específicas (Noggle & Fritz, 1983;

Archer, 1988; Randall, 1993; Taiz & Zeiger, 1998). Os elementos essenciais podem ser agrupados em dois grupos: Macronutrientes e Micronutrientes (Moorby & Besford, 1983; Noggle & Fritz, 1983; Bennett, 1993; Randall, 1993; Taiz & Zeiger, 1998).

Macronutrientes são os elementos que são necessários relativamente em grandes quantidades como são os casos de N, P, K, Ca, Mg, S (Moorby & Besford, 1983; Noggle & Fritz, 1983; Bennett, 1993; Randall, 1993 e Taiz & Zeiger, 1998).

Micronutrientes são elementos que são necessários relativamente em pequenas quantidades como são os casos de Mo, B, Cl, Mn, Zn, Cu, Fe (Moorby & Besford, 1983; Noggle & Fritz, 1983; Bennett, 1993; Randall, 1993; Taiz & Zeiger, 1998).

A deficiência dum elemento mineral essencial resulta num decréscimo do crescimento normal das plantas e afecta o seu rendimento (Moorby & Besford, 1983; Bennett, 1993).

Os sintomas de deficiência de nutrientes segundo Gros (1967) Noggle & Fritz (1983); Bennett, (1993) e Taiz & Zeiger, (1998) podem ser:

- a) Clorose- cor amarelada e redução da clorofila nos tecidos vegetais;
- b) Necrose- tecidos vegetais negros, principalmente folhas, devido à morte dos tecidos;
- c) Falta de crescimento, ou crescimento terminal que resulta em rosetas no meristema apical;
- d) Problemas na formação da clorofila, resultando na acumulação de antocianinas e aparecimento da coloração vermelha;
- e) Redução do crescimento com folhas muito esverdeadas, escuras ou amareladas.

Um dos efeitos importantes da aplicação dos nutrientes minerais, especialmente o nitrogénio nas plantas é o aumento da área foliar das plantas (Moorby & Besford, 1983; Randall, 1993; Bennett, 1993). Esta conclusão foi feita por análise das plantas, quando nelas havia deficiência de nutrientes e verificou-se que havia mudanças no índice da área foliar e taxa de assimilação líquida (Moorby & Besford, 1983; Randall, 1993; Bennett, 1993).

Normalmente as raízes crescem em meios muito ricos em nutrientes minerais, mas em períodos de deficiência de nutrientes as plantas tendem a proteger o sistema das raízes através

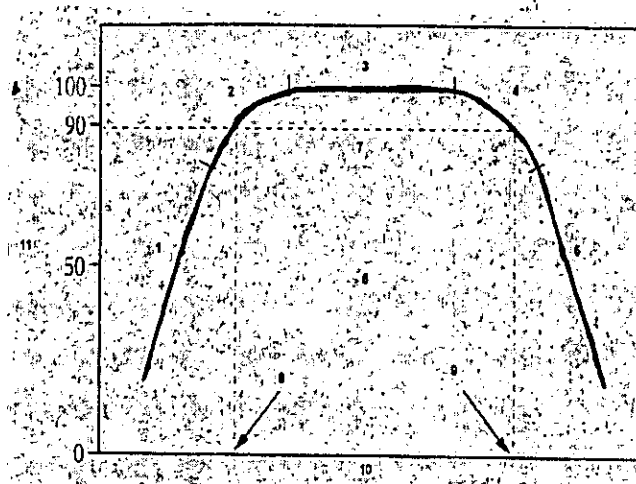


da redução da proporção dos nutrientes absorvidos e o seu transporte para a parte aérea (Randall, 1993; Moorby & Besford, 1983; Bennett, 1993; Alam *et al.*, 1999).

Malithano & Ramanaiah (1984), apontaram os seguintes factores como limitantes na produção de amendoim:

- Ausência de fertilização mineral
- Doenças como a roseta do amendoim, ferrugem do amendoim, mancha castanha e outras pragas como os afideos; nemátodos e o ácaro vermelho.

A taxa de crescimento de uma planta, de modo genérico, é afectada pelo teor de nutrientes no tecido como mostra a figura abaixo.



fonte: Atwell *et al.* (1999)

Fig 1. Relação entre o teor de nutrientes no solo e a percentagem da matéria seca produzida.

Legenda:

- |                         |                                           |
|-------------------------|-------------------------------------------|
| 1. Zona de deficiência, | 7. Máxima Produção/ rendimento            |
| 2. Zona Marginal        | 8. Deficiência                            |
| 3. Zona Adequada        | 9. Toxicidade                             |
| 4. Zona Marginal        | 10. Teor de nutrientes na planta          |
| 5. Zona Tóxica          | 11. Percentagem da matéria seca produzida |
| 6. Concentração crítica |                                           |

## 1.4. Ecologia

### 1.4.1 Solo

Amendoim e feijão jugo são culturas que se adaptam melhor em solos arenosos ou limosos, soltos, friáveis porque, permitem uma fácil penetração das raízes e dos ginóforos, uma maior percolação do excesso de água e facilitam a colheita (Almeida, 1969 e Pattee & Young, 1982).

### 1.4.2. Fotoperiodismo

O crescimento vegetativo e reprodutivo do amendoim é influenciado pelo fotoperíodo, variando de espécies para espécies e de variedades para variedades (Malithano & Ramanaiah, 1984)..

Plantas que estão sob condições de 16 horas de luz tem maior crescimento vegetativo do que as plantas que crescem em ambientes de 8 a 12 horas de luz. A duração óptima do dia para o crescimento reprodutivo é de 12 horas e o intervalo óptimo para a formação das vagens é de 9-14 horas de luz (Patte & Young, 1982).

### 1.4.3.Clima

O amendoim e feijão jugo são culturas com ciclos de vida relativamente curtos, adaptando-se bem a varias condições climáticas, basicamente em zonas com uma estação húmida curta (Weiss, 1983).

O amendoim e feijão jugo são culturas típicas de regiões tropicais e subtropicais, de temperaturas altas (Daisy & Kay, 1979). Para alcançar um bom rendimento no cultivo do amendoim e feijão jugo é conveniente que o terreno tenha um pH compreendido entre 5, 8 e 6, 2 dando-se mal nos terrenos ácidos (FAO, 1984).

A temperatura óptima para a germinação das sementes do amendoim e feijão jugo é de 30 °C, temperaturas baixas no momento da sementeira atrasam a germinação e aumentam o risco das plantas contraírem doenças (Almeida, 1969).

As temperaturas óptimas do ar variam entre 25 °C e 30 °C, sendo que as temperaturas abaixo dos 20 °C retardam desenvolvimento e as temperaturas altas, acima dos 35 °C, afectam negativamente a produção das flores (Weiss, 1983).

### 1.5. Importância do estudo

A agricultura é a base da economia de muitos países em desenvolvimento, incluindo Moçambique e constitui também uma das bases de subsistência para a maioria da população. No sector familiar as culturas de amendoim e feijão jugo são culturas com maior procura pelos agricultores, processadores e consumidores, para a dieta da população (Malithano & Ramanaiah, 1984). Assim, o estudo dos sintomas de deficiência apresentados pelas plantas podem ser usados para determinar as necessidades nutricionais das culturas, seu estado nutricional e recomendar formas de melhorar o seu rendimento e produtividade.

### 1.6. OBJECTIVOS

- ❖ Analisar os efeitos das deficiências de elementos nutrientes no desenvolvimento do amendoim (*Arachis hypogaea*) e feijão jugo (*Voandzeia subterranea*).
- ❖ Analisar os parâmetros de crescimento das leguminosas nas condições de deficiência de elementos nutrientes;
- ❖ Estudar a correlação existente entre a deficiência de elementos nutrientes e o crescimento das leguminosas;
- ❖ Estudar a correlação existente entre a deficiência de nutrientes e o rendimento das leguminosas.

### 1.7. PROBLEMA A ESTUDAR

Sendo o amendoim e feijão jugo culturas com grande importância em termos de dieta alimentar para o Homem, é de interesse estudar a deficiência de elementos nutrientes no crescimento/desenvolvimento destas duas culturas com vista a melhorar o seu rendimento e produtividade.

## 1.8. HIPÓTESES

1-Há redução das taxas de crescimento relativo das plantas em condições de deficiência de nutrientes minerais;

2-Há uma diminuição do rendimento das plantas quando cultivadas em condições de deficiência de nutrientes minerais.

## 2.0. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Material vegetal

Duas espécies de leguminosas, amendoim (*Arachis hypogaea*) e feijão jugo (*Voandzeia subterranea*) foram cultivadas em vasos de barro com capacidade de 10 a 15 Kg de solo contidos em plásticos. As características das culturas estão discriminadas na tabela 2\*.

Tabela 2\*. Características das culturas utilizadas

Cultura	Var.	Origem	Tempo médio de maturidade	Hábito de crescimento	Peso médio inicial de 130 sementes (PIS)**
Amendoim	Falcão	Zimbabwe	110 dias	Erecta	0.368g
Feijão jugo	-	-	-	Erecta	0.423g

\*Adaptado de Quilambo (2000) \*\* Determinado no presente estudo

### 2.2. Solo

O solo foi colhido no campo Universitário, ao lado da Faculdade de Ciências (Departamento de Química e Física) e posteriormente submetido a uma análise no laboratório de solos pertencentes à Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal para determinação da textura, pH, análise de quantidade de nutrientes minerais e matéria orgânica. Os resultados de análise estão indicados na tabela 3.

Tabela 3 . Componentes do solo

Textura do solo	Areia	95.28 %
	Argila	1.95 %
	Limo	2.81 %
pH	H <sub>2</sub> O	6.08
	KCl	4.50
	Ce	0.031 mS/cm
Nitrogénio	N-assimilável	0.03 mg/Kg
Fósforo	P- assimilável	1.39 mg/Kg
Matéria orgânica	Mo	0.27 meq/Kg
	C	0.16 meq/Kg
Bases de Troca	Ca <sup>2+</sup>	2 meq/Kg
	Mg <sup>2+</sup>	0.4 meq/Kg
	K <sup>+</sup>	0.07 meq/Kg

Ce – Condutividade eléctrica

### 2.3. Material e equipamento experimental

- Balanças analíticas e eléctricas,
- Leaf Area Meter modelo LI-COR, inc. Lincoln, Nebraska USA: LI-3100 Area Meter
- Estufa de secagem a 80 °C
- 210 Vasos,
- Termómetros,
- Cartuchos,
- Tesouras,
- Bisturi
- Régua graduada
- Marcadores,
- Contadores,
- Provetas,
- Mangueira
- Papel Absorvente,
- Réguas
- Pás,
- Livro de identificação das deficiências em nutrientes nas plantas.

#### 2.4. Condições de crescimento

Sementes das duas espécies de leguminosas, amendoim (*Arachis hypogaea*) e feijão jugo (*Voandzeia subterranea*) foram semeadas directamente em vasos contendo areia, com uma capacidade de campo de cerca de 70-80% de humidade. Durante o período de crescimento a temperatura, a humidade relativa e o fluxo da radiação solar foram medidos, embora não havendo uniformidade no fluxo da radiação solar para todos os tratamentos efectuados.

Os regimes da temperatura, humidade relativa e fluxo da radiação solar ofereceram as médias indicadas na tabela 5.

Tabela 5. Variação da temperatura, Humidade relativa e radiação solar durante a experiência. Os valores são médias de quatro meses de ensaio com  $\pm$  desvio padrão.

Período	Temperatura °C	Humidade relativa(%)	Radiação solar $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$
Manhã	21 $\pm$ 09	80 $\pm$ 12	18 $\pm$ 13
Meio dia	28 $\pm$ 07	61 $\pm$ 09	62 $\pm$ 33
Tarde	20 $\pm$ 8	88 $\pm$ 7	19 $\pm$ 15

Na primeira semana depois da sementeira as plantas foram regadas com água corrente de modo a permitir a sua adaptação no ambiente. Durante o período do desenvolvimento das plantas foi usado o sistema de tratamento "menos um factor" (anexo 1) ou seja um grupo vasos recebia uma nutrição completa, no entanto os outros vasos cada vez um nutriente não era fornecido e o fornecimento de nutrientes nas plantas era feito semanalmente.

Assim foi possível analisar os padrões de crescimento das plantas em condições de deficiência de nutrientes e descrever os seus sintomas.

#### 2.5. Desenho experimental

O ensaio foi montado nos viveiros da estufa pertencente ao Departamento de Ciências Biológicas desde o mês de Fevereiro até de Junho de 2003. Após a sementeira e obedecendo as condições descritas anteriormente (condições de crescimento) as plantas das duas espécies de amendoim (*Arachis hypogaea*) e feijão jugo (*Voandzeia subterranea*), num total de 210 foram colhidas de três em três semanas. Neste período, foram colhidas 42 plantas sendo 21

para cada espécie e 3 plantas por cada tratamento, exceptuando a última colheita em que foram colhidas 21 plantas de amendoim (*Arachis hypogaea*) e 14 plantas de feijão jugo (*Voandzeia subterranea*) como indicado na tabela ( anexo 1) devido ao ataque destas, por uma lagartixa preta. Em seguida as plantas foram separadas em raiz, caule, folhas, nódulos e vagens.

## 2.6. Parâmetros medidos antes da sementeira

Peso inicial das sementes:

Amendoim: um grupo de 130 sementes com peso igual a 36.8g

Feijão jugo: um grupo de 130 sementes com peso igual a 42.3g

## 2.7. Parâmetros medidos depois da sementeira

### 2.7.1 Análise da deficiência de elementos nutrientes no amendoim (*Arachis hypogaea*) e feijão jugo (*Voandzeia subterranea*)

De acordo com as condições descritas anteriormente a análise da deficiência dos elementos minerais seguiu os seguintes passos:

- Diagnóstico visual: comparação da folha da planta em cultivo no meio com deficiência de nutrientes com as fotografias coloridas do manual (Bennett, 1993)
- Verificação do diagnóstico visual pela comparação das folhas de plantas com e sem deficiência dos nutrientes
- Registo das deficiências observadas em tabelas e tempo de observação, anotando a posição da folha no caule.

### 2.7.2. Peso fresco e peso seco

A análise do peso fresco foi feita usando uma balança analítica e o peso seco foi medido depois de 48 horas a 80 °C na estufa;

### 2.7.3. Área foliar (AF)

A determinação da área foliar foi feita usando o Leaf Area Meter modelo LI-COR, inc. Lincoln, NebraskaUSA: LI-3100 Area Meter.

#### 2.7.4. Contagem de Nódulos

A contagem do número de nódulos por planta foi feita através da remoção da planta no solo, observação directa e posterior contagem manual.

#### 2.7.3. Contagem das Vagens

A contagem do número de vagens por planta foi feita através da remoção da planta no solo, observação directa e posterior contagem manual. As vagens foram contadas quando tivessem um comprimento superior a 10mm.

### 3.0. ANÁLISE DOS RESULTADOS

#### 3.1. Razão da área foliar (RAF)

Foi calculado através da razão entre A/P da planta. (Fitter & Hay, 1981) onde:

A é a área da folha em cm<sup>2</sup>

P peso seco da planta em g

#### 3.2. Taxa de crescimento absoluto (TCA)

$TCA = \Delta P / \Delta t$  Onde:

$\Delta P$  é a diferença entre o peso seco final e inicial da plantas ou ainda peso seco da segunda e primeira medição respectivamente.

$\Delta t$  é a diferença entre o tempo final e inicial da experiência ou ainda segunda e primeira medição respectivamente.

#### 3.3. Taxa de crescimento relativo (TCR) .

Foi calculado através da seguinte fórmula (Fitter e Hay, 1981 & Catski e Jardis ( 1985):

$TCR = \Delta P / \Delta t * 1/P$  ou  $(\ln P_2 - \ln P_1) / t_2 - t_1$  onde:

$\Delta P$  é a diferença entre o peso seco final e peso fresco inicial das plantas ou ainda peso seco da segunda e primeira medição respectivamente.

$\Delta t$  ou  $t_2 - t_1$  é a diferença entre o tempo final e inicial da experiência ou ainda primeira e segunda medição respectivamente.

P é o peso seco da planta naquele tempo de medição do peso.



### 3.4. Taxa de assimilação aparente (TAA)

Foi calculado através da seguinte fórmula (Fitter e Hay, 1981 & Catski e Jardis, 1985):

$$TAA = \Delta P / \Delta t * 1/A \text{ ou } TAA = TCR/RAF \text{ onde:}$$

$\Delta P$  é a diferença entre o peso seco final e inicial da planta ou ainda peso seco da segunda e primeira medição respectivamente.

$\Delta t$  é a diferença entre o tempo final e inicial da experiência ou ainda primeira e segunda medição respectivamente.

A é a área foliar;

TCR é a taxa de crescimento relativo;

RAF é a razão da área foliar.

### 3.5. Razão do peso seco das folhas (RPF)

Foi calculado através da seguinte fórmula (Fitter e Hay, 1981)

$$RPF = PSF/P \text{ onde:}$$

PSF é o peso seco das folhas da planta

P é o peso seco da planta,

Do mesmo modo foram calculados as razões dos pesos do caule (RPC) e da raiz (RPR)

### 3.6. Razão do peso seco das raízes (RPR)

Foi calculado através da seguinte fórmula (Fitter e Hay, 1981)

$$RPR = PSR/PSTP \text{ onde:}$$

PSR é o peso seco das raízes

PSTP é o peso seco total da planta

### 3.7. Razão do peso seco das raízes por parte aérea (RPRPA)

Foi calculado usando a seguinte fórmula:

$$RPRPA = PSR/PSF \text{ onde:}$$

PSR é o peso seco das raízes

PSF é o peso seco das folhas

### 3.8. Densidades da raízes (DR)

É determinada através da seguinte fórmula (Lambers & Poorter, 1992)

$DR = PFR/V$  onde:

PFR é o peso fresco das raízes

V é o volume ocupado pelas raízes

### 3.9. Percentagem da matéria seca total das plantas

Foi calculado através da seguinte fórmula:

$\% \text{ da matéria seca} = (PST/PFT) * 100\%$  onde:

PST e PFT são os pesos secos e frescos totais das plantas.

### 3.10. Razão do peso das vagens (RPV).

Foi calculado através da seguinte fórmula:

$RPV = PSV/PSTP$  onde:

PSV e PSTP são os pesos secos das vagens e total da planta respectivamente.

### 3.11. Percentagem de sintomas (%S).

A percentagem dos sintomas foi estimada através da contagem da folhas com manchas pretas, amarelecimento e algumas em forma de rosetas e dividiu-se pelo número total das folhas por planta e depois multiplicado por cem, segundo a fórmula:

$\% S = (NFS/NTF) * 100$  onde: NFS = Número de folhas sintomáticas

NTF= Número total de folhas

%S = percentagem de sintomas

## 4.0. ANÁLISE ESTATÍSTICA DE DADOS

Os dados foram analisados com os pacotes estatísticos Statistix versão 2.1 e MSTATC for Windows versão 1.2 University of Michigan USA.

Foi feita a análise de homogeneidade das variâncias antes da análise dos dados tendo sido constatado que as variâncias eram homogêneas.

As diferenças nos parâmetros de crescimento entre os tratamentos foram analisadas usando a Análise de Variância (ANOVA- 1 Way) segundo Gomez & Gomez (1984); Webb & Blackmore, (1985); Fowler & Cohen, (1996).

Para comparar as diferenças nos padrões de crescimento das plantas foi usada o teste T (Two Sample T Tests) segundo Gomez & Gomez (1984); Webb & Blackmore, (1985); Fowler & Cohen, (1996)

Para analisar a correlação entre a deficiência de nutrientes e o crescimento das leguminosas foi usado o teste de Regressão linear simples (Fowler & Cohen, 1996).

Para analisar a correlação entre a deficiência de nutrientes e o rendimento das leguminosas foi usado o teste de Regressão linear simples (Fowler & Cohen, 1996).

## **5.0. RESULTADOS:**

No presente estudo foram consideradas duas fases de crescimento: a fase vegetativa e a fase reprodutiva. A fase vegetativa inclui a fase inicial de desenvolvimento que começa com a emergência da plântula do solo até ao início da floração. Neste período foram descritas todos sintomas apresentados pelas plantas em cada tratamento, como indicado na ( tabela 7a. e 7b).

Tabela 7a. Descrição dos sintomas apresentados pelo amendoim (*Arachis hypogaea*) em meios de cultura com deficiência de nutrientes.

Tratamento efectuado	Descrição dos sintomas	Porcentagem de sintomas	Início da floração SDS
Menos N	Folhas geralmente normais com pequenas manchas amareladas, principalmente nas folhas velhas	<5	4
Menos P	Folhas com manchas pretas, e amarelecimento precoce da folhas novas, em geral o amarelecimento das folhas foi notável a partir da 6ª semana.	10-15	4
Menos K	Folhas com problemas de expansão foliar associado a regulação osmótica (rosetas), amarelecimento nas pontas das folhas velhas, em geral os sintomas foram notáveis a partir da sétima semana	15-20	4
Menos Ca	Folhas geralmente normais com pequenas manchas amareladas principalmente nas folhas velhas	<5	4
Menos Mg	Folhas geralmente pálidas com pequenos amarelecimento nas folhas velhas	10-15	5
Menos S	Folhas com problemas de amarelecimento precoce das folhas em geral, os sintomas foram notáveis a partir da sétima semana	15-20	5

SDS = semanas depois da sementeira  
como ficou o controle

A maior percentagem de sintomas de deficiência foi observada nos tratamentos menos P, Menos K, menos Mg e menos S enquanto que nos tratamentos N e menos Ca os sintomas são quase inexistentes (tabela 7a. e 7b)

Tabela 7b. Descrição dos sintomas apresentados pelo feijão jugo (*Voandzeia subterranea*) em meios de cultura com deficiência de nutrientes.

Tratamento efectuado	Descrição dos sintomas	Porcentagem de sintomas	Início da floração/SDS
Menos N	Folhas geralmente normais com pequenas manchas amareladas, principalmente nas folhas velhas	<5	7
Menos P	Folhas com manchas pretas, e amarelecimento precoce da folhas novas, em geral o amarelecimento das folhas foi notável a partir da 5ª semana.	10-15	7
Menos K	Folhas com problemas de expansão foliar associado a regulação osmótica (rosetas), amarelecimento nas pontas das folhas velhas, em geral os sintomas foram notáveis a partir da 6ª semana	15-20	8
Menos Ca	Folhas geralmente normais com pequenas manchas amareladas principalmente nas folhas velhas	<5	8
Menos Mg	Folhas geralmente pálidas com pequenos amarelecimento nas folhas velhas	10-15	8
Menos S	Folhas com problemas de amarelecimento precoce das folhas em geral, os sintomas foram notável a partir da sétima semana	15-20	8

SDS = semanas depois da sementeira

O início da floração no amendoim deu-se na quarta semana exceptuando os grupo de plantas com o tratamento sem Magnésio (Mg) e sem Enxofre (S) que se deu a partir da quinta semana. A floração no feijão jugo contrariamente ao amendoim começou a partir da sétima semana, facto que atrasou o enchimento dos ginoforos em relação ao amendoim.

De um modo geral a deficiência de nutrientes não foi notável nas primeiras semanas de experiência.

### 5.1. Efeito da deficiência de elementos nutrientes no crescimento da raiz, caule e folhas.

#### 5.1.1. Pesos secos totais das plantas:

Os pesos secos totais das plantas mostraram duas fases crescimento: A fase vegetativa que se caracterizou por um crescimento quase exponencial e a fase reprodutiva que se caracterizou por uma redução do crescimento das partes vegetativas (Fig.2a). Os pesos secos totais mostraram diferenças significativas em todos tratamentos (Teste T,  $P < 0.05$ ). Os tratamentos controle, menos N e menos Ca apresentaram maior peso seco total em relação aos tratamentos menos P, menos K, menos Mg e menos S nos diferentes tratamentos (ANOVA,  $P < 0.05$ ).

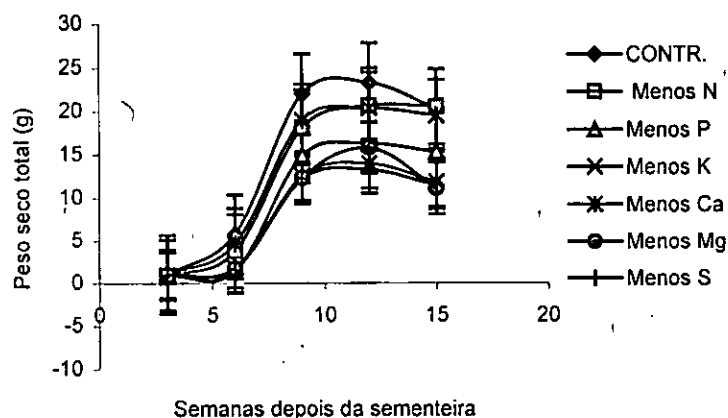
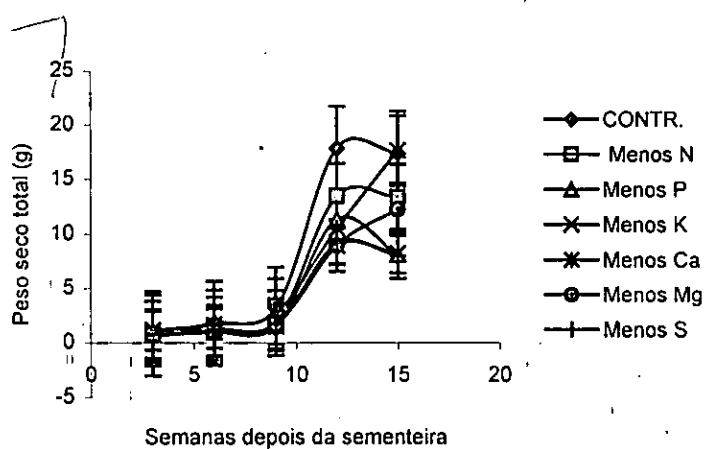


Figura 2a . Efeito da deficiência de elementos nutrientes no peso seco total do amendoim. Cada ponto representa a média de três plantas ( $\pm$  desvio padrão).

No feijão jugo os pesos totais da planta mostraram também duas fases de crescimento: A fase vegetativa que se caracterizou por uma estagnação na fase inicial e uma recuperação na fase final e a fase reprodutiva que se caracterizou por um aumento do crescimento das partes vegetativas ( Fig. 2b ), mas uma redução na fase terminal.

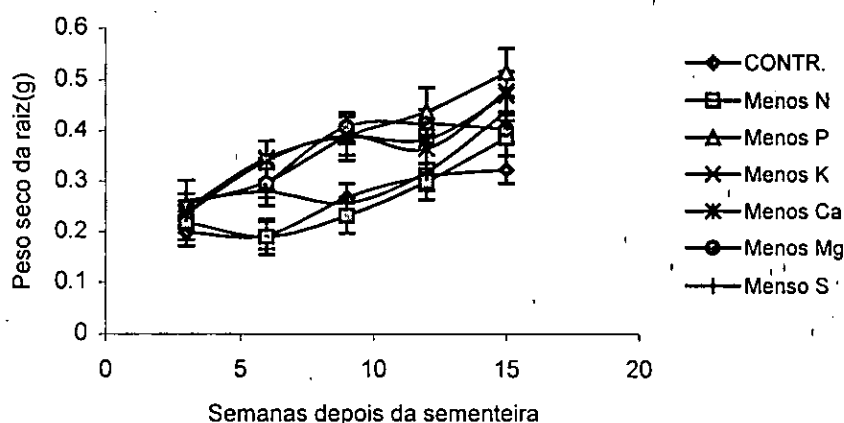


**Figura 2b.** Efeito da deficiência de elementos nutrientes no peso seco total do feijão jugo. Cada ponto representa a média de três plantas ( $\pm$  desvio padrão).

As duas fases de crescimento mostraram diferenças significativas no aumento dos seus pesos totais em todos tratamentos (Teste T,  $P < 0.05$ ), apresentando maior aumento de peso seco total na fase vegetativa e uma redução na fase reprodutiva. Em relação aos tratamentos, os pesos secos totais não mostraram diferenças significativas (ANOVA,  $P > 0.05$ ).

#### 5.1.2. Peso seco das raízes:

O peso seco da raiz permaneceu mais ou menos similar nas duas fases de crescimento (Fig. 3a e 3b) nas duas espécies. As duas fases de crescimento não mostraram diferenças significativas nos seus pesos secos das raízes em todos tratamentos (Teste T,  $P < 0.05$ ).



**Figura 3a .** Efeito da deficiência de elementos nutrientes no peso seco da raiz do amendoim. Cada ponto representa a média de três plantas ( $\pm$  desvio padrão).

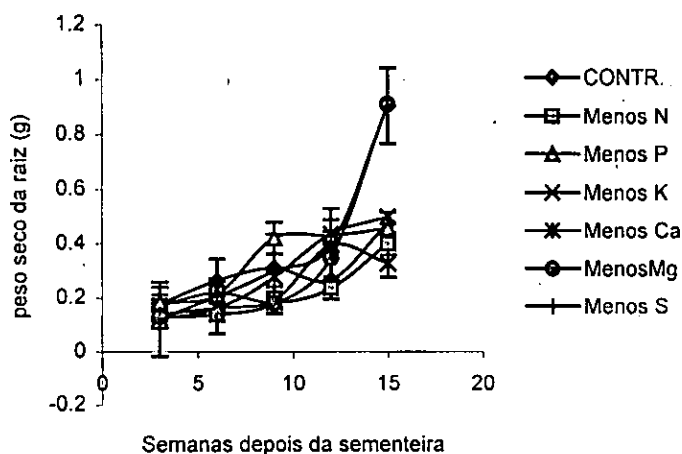


Figura 3b. Efeito da deficiência de elementos nutrientes no peso seco da raiz do feijão jugo. Cada ponto representa a média de três plantas ( $\pm$  desvio padrão)

Igualmente no que se refere aos tratamentos, os pesos secos das raízes também não mostraram diferenças significativas (ANOVA,  $P > 0,05$ ).

### 5.1.3. Peso seco do caule:

O peso seco do caule permaneceu mais ou menos similar nas duas fases de crescimento (Fig. 4a e 4b). As duas fases de crescimento não mostraram diferenças significativas nos seus pesos secos do caule em todos tratamentos (Teste T,  $P < 0,05$ ).

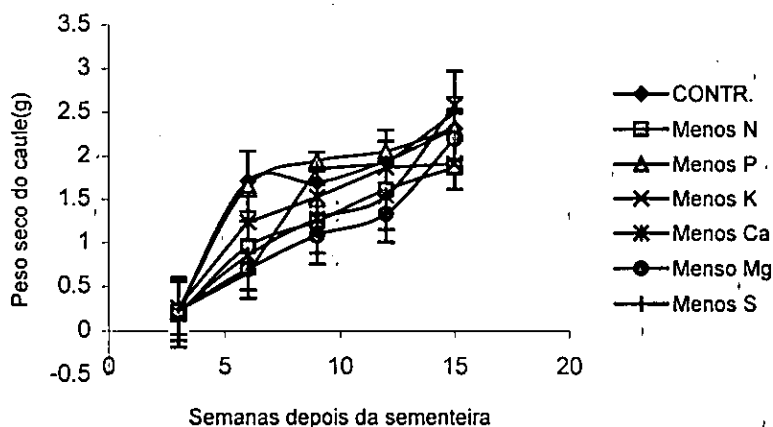
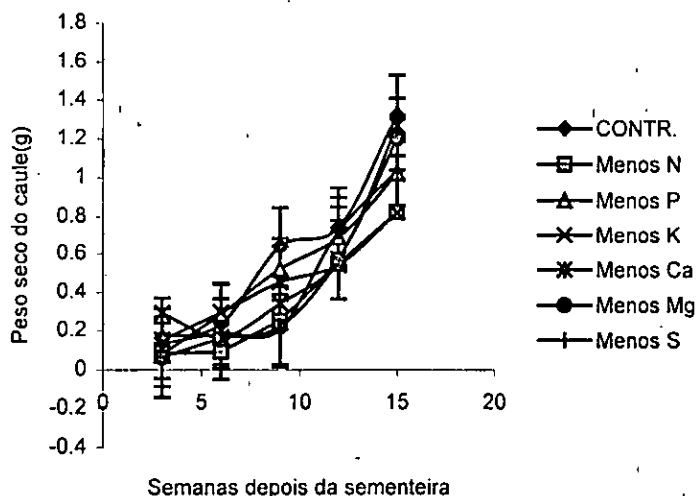


Figura 4a. Efeito da deficiência de elementos nutrientes no peso seco do caule do amendoim. Cada ponto representa a média de três plantas ( $\pm$  desvio padrão).





**Figura 4b.** Efeito da deficiência de elementos nutrientes no peso seco do caule do feijão jugo. Cada ponto representa a média de três plantas ( $\pm$  desvio padrão).

O peso seco do caule não mostrou diferenças significativas nos tratamentos (ANOVA,  $P > 0.05$ ).

#### 5.1.4. Pesos secos das folhas

O peso seco das folhas do amendoim mostrou um aumento significativo na fase vegetativa e uma redução na fase reprodutiva (Fig. 5a) As duas fases de crescimento mostraram diferenças significativas nos seus pesos secos das folhas em todos tratamentos (Teste T,  $P < 0.05$ ) Em relação aos tratamentos, o peso seco das folhas mostrou igualmente, diferenças significativas (ANOVA,  $P < 0.05$ ), o mesmo acontecendo com as médias dos pesos secos das folhas nos diferentes tratamentos que também mostraram diferenças significativas (LSD,  $\alpha = 5\%$ ). Os tratamentos Controle, menos N e menos Ca apresentaram maior peso seco das folhas em relação aos tratamentos menos P, menos K, menos Mg e menos S que apresentaram menor peso seco.

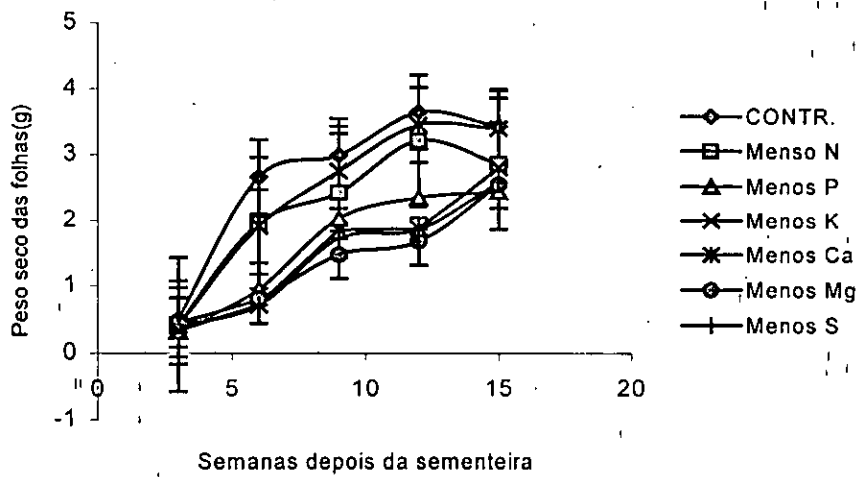


Figura 5a . Efeito da deficiência de elementos nutrientes no peso seco das folhas do amendoim. Cada ponto representa a média de três plantas ( $\pm$  desvio padrão).

No Feijão jugo o peso seco das folhas à semelhança do peso seco total mostrou duas fases crescimento: a fase vegetativa que se caracterizou por uma estagnação na fase inicial e uma recuperação na fase final enquanto que a fase reprodutiva foi caracterizada por um aumento do crescimento das partes vegetativas (Fig. 5b) .

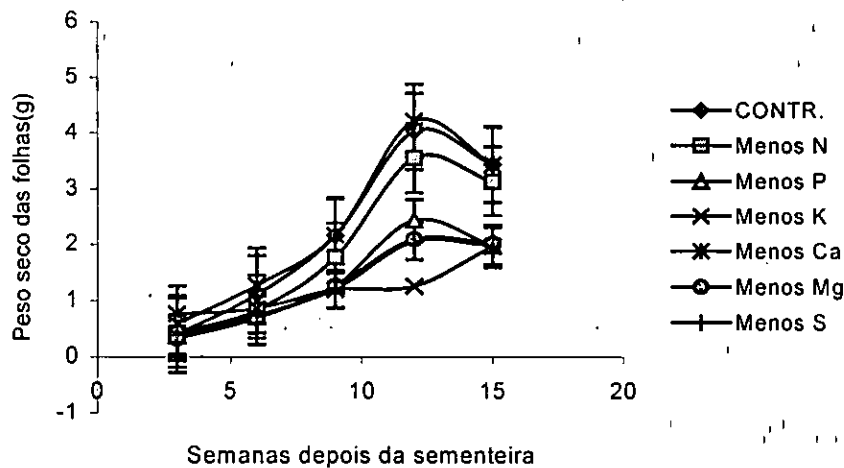
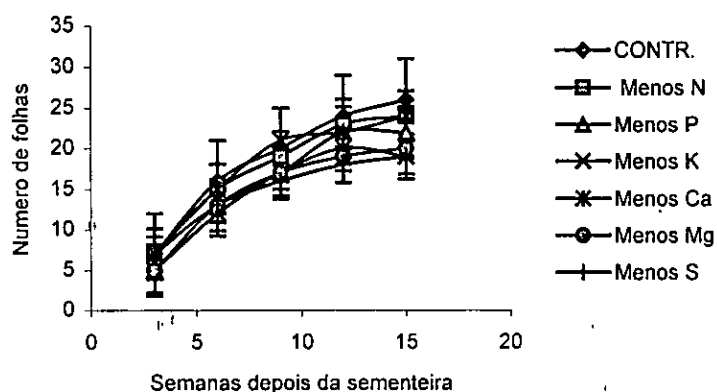


Figura 5b. Efeito da deficiência de elementos nutrientes no peso seco das folhas do feijão jugo. Cada ponto representa a média de três plantas ( $\pm$  desvio padrão).

As duas fases de crescimento mostraram diferenças significativas em relação aos seus pesos secos em todos tratamentos (Teste T,  $P < 0.05$ ). Em relação aos tratamentos não houve diferenças significativas entre eles (ANOVA,  $P > 0.05$ ).

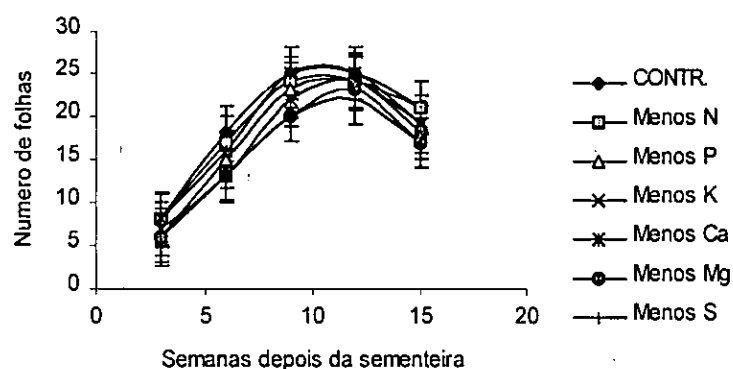
### 5.2. Número de folhas

O número de folhas nas plantas mostrou fases de variação. A fase vegetativa que se caracterizou por um aumento linear e a fase reprodutiva que se caracterizou por uma redução do número de folhas (Fig. 6a e 6b).



**Figura 6a.** Efeito da deficiência de elementos nutrientes no número de folhas do amendoim. Cada ponto representa a média de três plantas ( $\pm$  desvio padrão).

As duas fases de crescimento mostraram diferenças significativas no número de folhas em todos tratamentos (Teste T,  $P < 0.05$ ).



**Figura 6b.** Efeito da deficiência de elementos nutrientes no número de folhas do feijão jugo. Cada ponto representa a média de três plantas ( $\pm$  desvio padrão).

Em relação aos tratamentos, o número de folhas não mostrou diferenças significativas (ANOVA,  $P > 0.05$ ), nas duas espécies.

### 5.3. Área foliar

Área foliar mostrou no amendoim um aumento significativo na fase vegetativa e uma redução na fase reprodutiva (Fig. 7a) As duas fases de crescimento mostraram diferenças significativas no aumento da área foliar nos tratamentos (Teste T,  $P < 0.05$ ). O mesmo acontecendo no aumento da área foliar (ANOVA,  $P < 0.05$ ). As médias das áreas foliares nos diferentes tratamentos mostraram diferenças significativas, onde os tratamentos Controle, menos N e menos Ca apresentaram maiores áreas foliares em relação aos tratamentos menos P, menos K, menos Mg e menos S que apresentaram menor peso seco (LSD,  $\alpha = 5\%$ ).

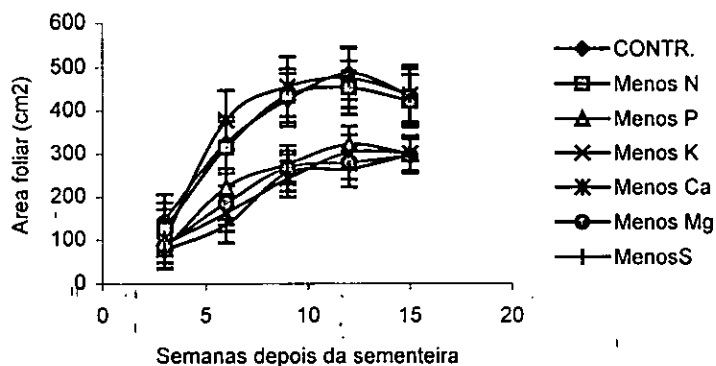


Figura 7a . Efeito da deficiência de elementos nutrientes na área foliar do amendoim. Cada ponto representa a média de três plantas ( $\pm$  desvio padrão).

No feijão jugo a área foliar mostrou um aumento significativo na fase vegetativa e uma redução na fase reprodutiva (Fig. 7b).

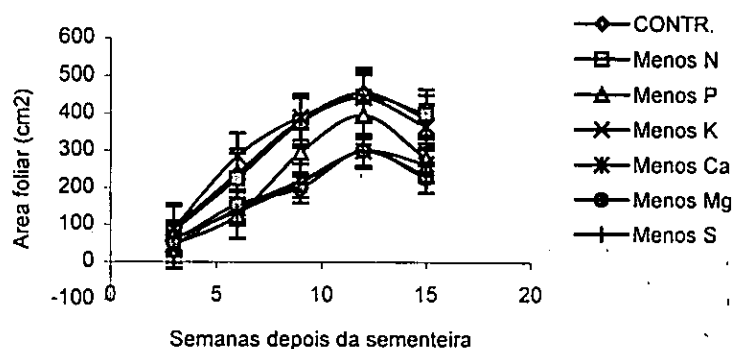


Figura 7b. Efeito da deficiência de elementos nutrientes na área foliar do feijão jugo. Cada ponto representa a média de três plantas ( $\pm$  desvio padrão).

As duas fases de crescimento mostraram diferenças significativas no aumento da área foliar em todos tratamentos (Teste T,  $P < 0.05$ ). Em relação aos tratamentos, as áreas foliares mostraram diferenças significativas para todos os tratamentos (ANOVA,  $P < 0.05$ ), onde os tratamentos Controle, menos N e menos Ca tiveram maiores áreas foliares em relação aos restantes tratamentos.

#### 5.4. Número de Vagens

O número de vagens no amendoim mostrou comportamentos diferentes na quantidade de vagens produzidas em cada tratamento (Fig. 8a). Os tratamentos Controle, menos N e menos Ca tiveram maior número de vagens em relação aos restantes tratamentos.

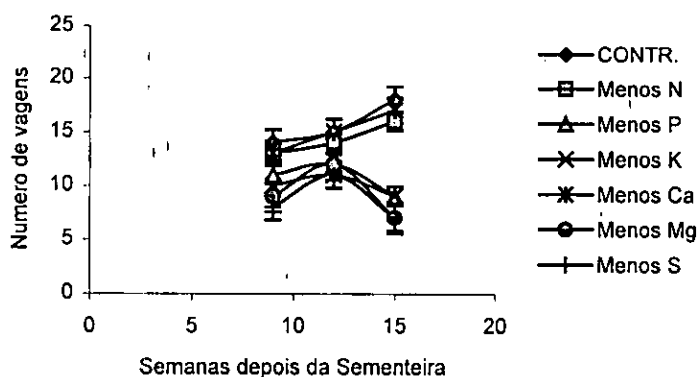


Figura 8a. Efeito da deficiência de elementos nutrientes no número de vagens do amendoim. Cada ponto representa a média de três plantas ( $\pm$  desvio padrão)

Em relação aos tratamentos, o número de vagens mostrou diferenças significativas (ANOVA,  $P < 0.001$ ). A média do número de vagens nos diferentes tratamentos mostrou diferenças significativas (LSD,  $\alpha=5\%$ ).

No feijão jugo o número de vagens mostrou as mesmas tendências que no amendoim (Fig. 8b).

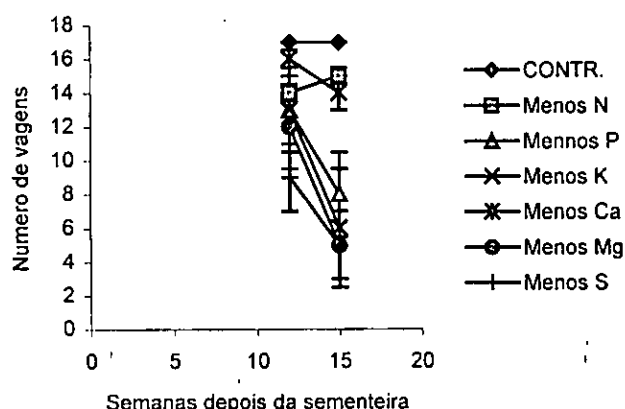


Figura 8b. Efeito da deficiência de elementos nutrientes no número de vagens do feijão jugo. Cada ponto representa a média de três plantas ( $\pm$  desvio padrão)

Os tratamentos controle, menos N e menos Ca apresentaram maior número de vagens e com diferenças significativas em relação aos tratamentos menos P, menos Mg, menos S e menos K (ANOVA,  $P < 0.001$ ). As médias nos diferentes tratamentos mostraram diferenças significativas (LSD,  $\alpha=5\%$ ).

### 5.5. Pesos secos das vagens

O peso seco das vagens no amendoim nos diferentes tratamentos mostrou comportamentos diferentes na matéria acumulada (Fig.9a), sendo que os tratamentos controle, menos N e menos Ca apresentaram maior peso seco das vagens e com diferenças significativas em relação aos tratamentos menos P, menos Mg, menos S e menos K (ANOVA,  $P < 0.01$ ).

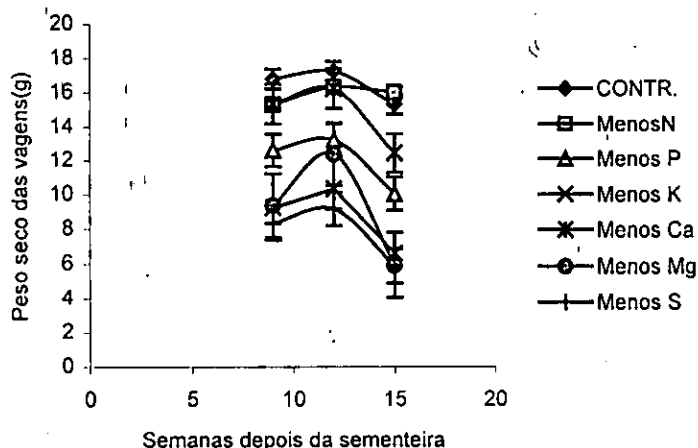


Figura 9a. Efeito da deficiência de elementos nutrientes no peso seco das vagens do amendoim. Cada ponto representa a média de três plantas ( $\pm$  desvio padrão)

O mesmo acontecendo em relação às médias nos diferentes tratamentos (LSD,  $\alpha=5\%$ ).

No feijão jugo o peso seco das vagens mostrou o mesmo comportamento que no amendoim na matéria acumulada (fig.9b), sendo que os tratamentos controle, menos N e menos Ca apresentaram maior peso seco das vagens em relação aos tratamentos menos P, menos Mg, menos S e menos K que apresentaram menor peso seco (ANOVA,  $P < 0.001$ ).

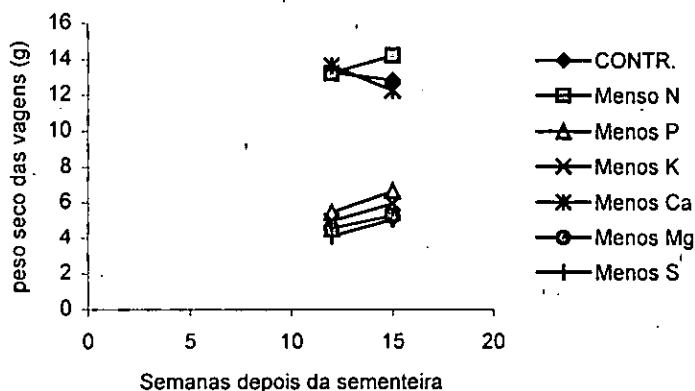


Figura 9b. Efeito da deficiência de elementos nutrientes no peso seco das vagens do feijão jugo. Cada ponto representa a média de três plantas ( $\pm$  desvio padrão)

O mesmo acontecendo em relação as médias nos diferentes tratamentos (LSD,  $\alpha=5\%$ ).

### 5.6. Número de nódulos

*si grande variacao*

O número de nódulos permaneceu mais ou menos similar nas duas fases de crescimento (Fig.10a). No amendoim as duas fases de crescimento não mostraram diferenças significativas no aumento do número de nódulos em todos tratamentos (Teste T,  $P > 0.05$ ). Em relação aos tratamentos, o número de nódulos não mostrou igualmente diferenças significativas nos diferentes tratamentos (ANOVA,  $P > 0.05$ ).

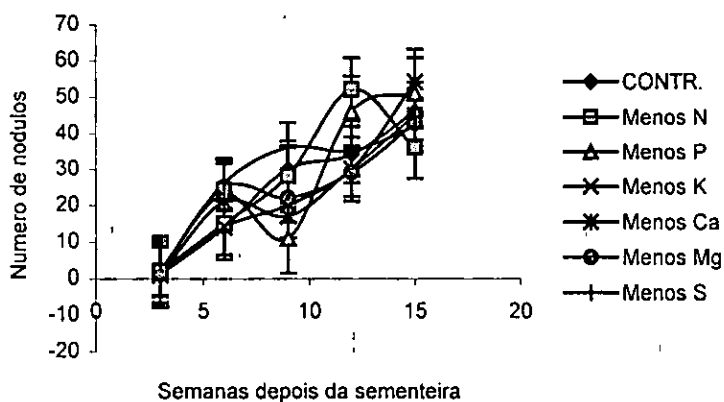
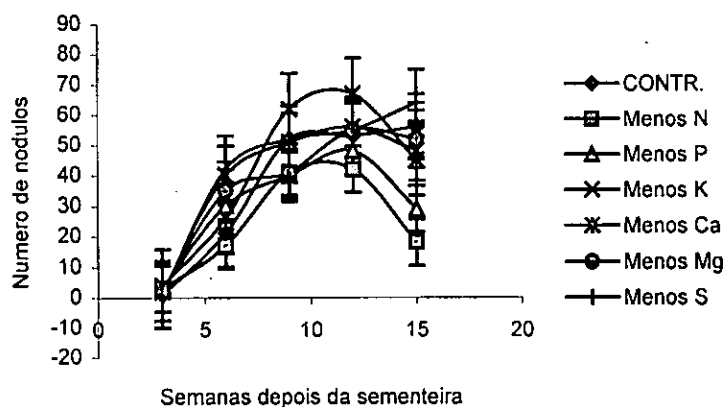


Figura 10a. Efeito da deficiência de elementos nutrientes no número de nódulos do amendoim. Cada ponto representa a média de três plantas ( $\pm$  desvio padrão).



Houve um aumento significativo do número de nódulos na fase vegetativa e uma redução na fase reprodutiva (Fig.10b). No feijão jugo as duas fases de crescimento mostraram diferenças significativas no número de nódulos em todos tratamentos (Teste T,  $P < 0.05$ ).



**Figura 10b.** Efeito da deficiência de elementos nutrientes no número de nódulos do feijão jugo. Cada ponto representa a média de três plantas ( $\pm$  desvio padrão).

Em relação aos tratamentos, o número de nódulos não mostrou diferenças significativas para todos tratamentos (ANOVA,  $P > 0.05$ ).

### 5.7. Taxa de Crescimento Absoluto (TCA)

A taxa de crescimento absoluto mostrou duas fases. A fase vegetativa caracterizou-se por um aumento significativo da matéria seca e a fase reprodutiva caracterizou-se por uma redução da matéria seca (Fig. 11a). As duas fases de crescimento mostraram diferenças significativas no aumento da matéria em todos tratamentos (Teste T,  $P < 0.05$ ). Em relação aos tratamentos, o aumento da matéria seca durante a fase vegetativa mostrou diferenças significativas sendo que os tratamentos controle, menos N e menos Ca apresentaram maior taxa de crescimento absoluto em relação aos tratamentos menos P, menos Mg, menos S e menos K (ANOVA,  $P < 0.05$ ) e as médias do aumento da matéria seca das plantas nos diferentes tratamentos também mostraram diferenças significativas (LSD,  $\alpha = 5\%$ ).

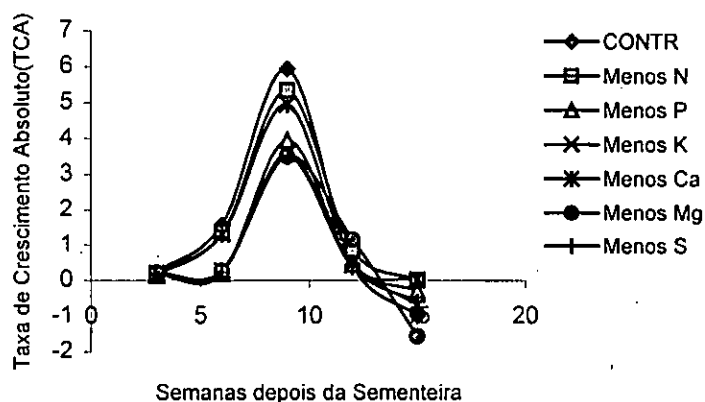


Figura 11a. Efeito da deficiência de elementos nutrientes na taxa de crescimento absoluto do amendoim. Cada ponto representa a média de três plantas.

A taxa de crescimento absoluto no feijão jugo mostrou igualmente duas fases. A fase vegetativa que se caracterizou por um baixo aumento da matéria seca e uma posterior recuperação na sua fase final e a fase reprodutiva que se caracterizou por uma redução na acumulação da matéria seca (fig.11b ). As duas fases de crescimento mostraram diferenças significativas no aumento da matéria seca. (Teste T,  $P < 0.05$ ).

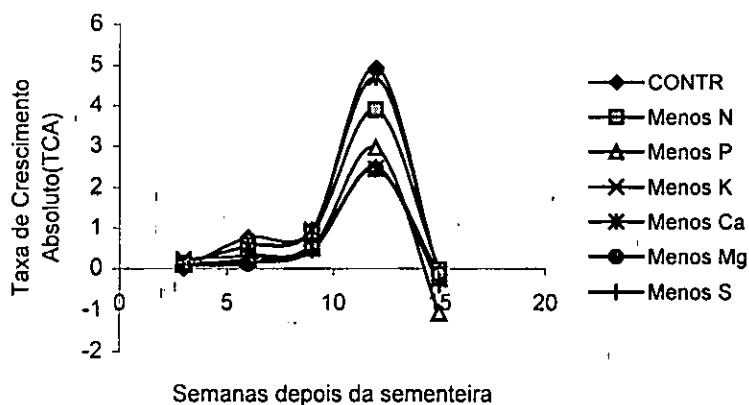


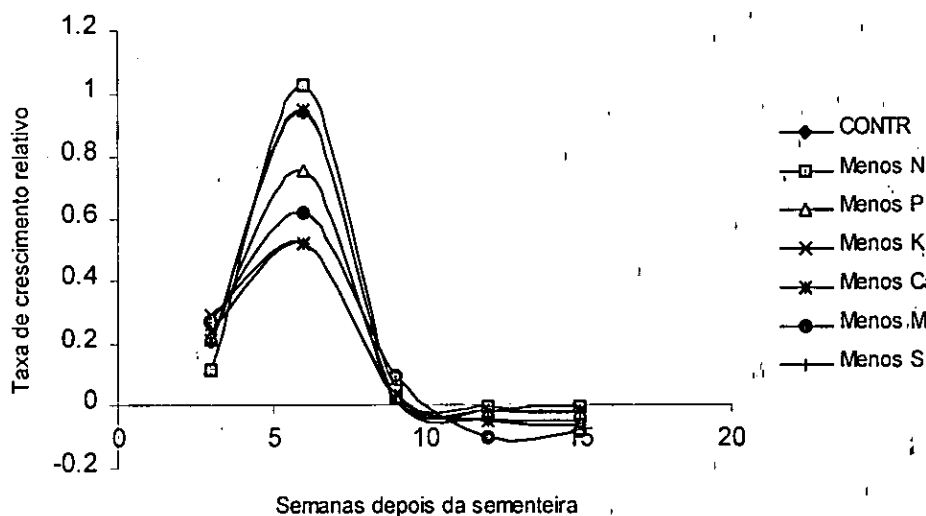
Figura 11b. Efeito da deficiência de elementos nutrientes na taxa de crescimento absoluto do feijão jugo. Cada ponto representa a média de três plantas.

Em relação aos tratamentos, o aumento da matéria seca durante a fase vegetativa mostrou igualmente diferenças significativas sendo que os tratamentos controle, menos N e menos Ca

apresentaram maior taxa de crescimento absoluto em relação aos tratamentos menos P, menos Mg, menos S e menos K (ANOVA,  $P < 0.05$ ). Acontecendo o mesmo em relação as suas médias (LSD,  $\alpha=5\%$ ).

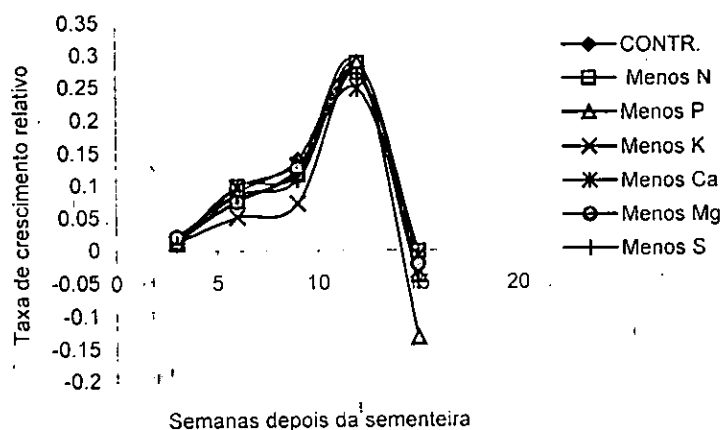
### 5.8. Taxa de Crescimento Relativo (TCR)

A taxa de crescimento relativo igualmente mostrou duas fases de crescimento (fig12) A fase vegetativa caracterizou-se por um aumento significativo da matéria seca e a fase reprodutiva caracterizou-se por uma redução da matéria seca. Em relação aos tratamentos, a variação da matéria seca durante o ciclo de crescimento não mostrou diferenças significativas (ANOVA,  $P > 0.05$ ).



**Figura 12a.** Efeito da deficiência de elementos nutrientes na Taxa de Crescimento Relativo do amendoim. Cada ponto representa a média de três plantas ( $\pm$  desvio padrão).

No feijão jugo a taxa de crescimento relativo mostrou igualmente duas fases. A fase vegetativa que se caracterizou por um baixo aumento da matéria seca e uma posterior recuperação na sua fase final e a fase reprodutiva que se caracterizou por uma redução na acumulação da matéria seca ( fig12b ).

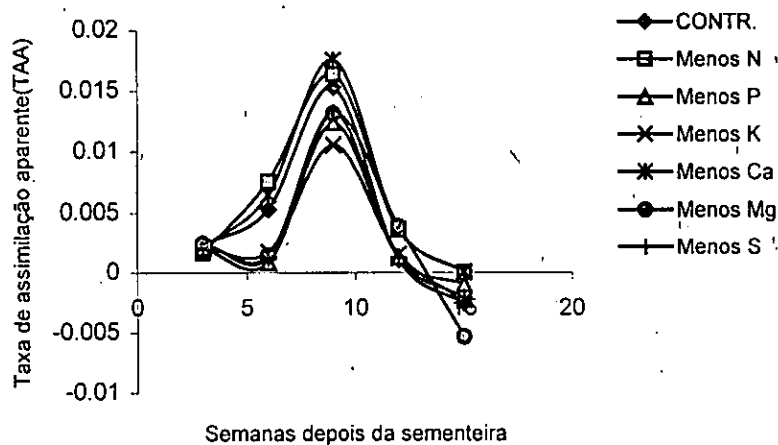


**Figura 12b.** Efeito da deficiência de elementos nutrientes na Taxa de Crescimento Relativo do Feijão jugo. Cada ponto representa a média de três plantas ( $\pm$  desvio padrão).

A fase vegetativa caracterizou-se por um baixo aumento da matéria seca e uma posterior recuperação na sua fase final. Em relação aos tratamentos, a variação da matéria seca durante o ciclo de crescimento não mostrou diferenças significativas (ANOVA,  $P > 0.05$ ).

### 5.9. Taxa de assimilação aparente (TAA)

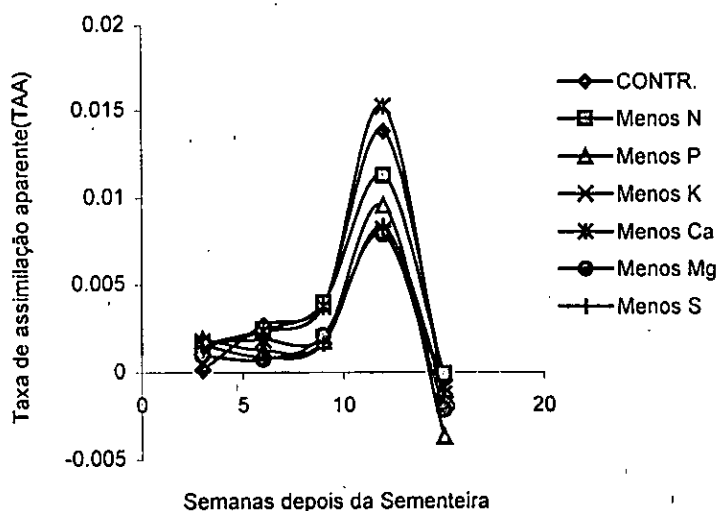
A taxa de assimilação aparente mostrou duas fases de acumulação da matéria orgânica: A fase vegetativa caracterizou-se por um aumento significativo da acumulação da matéria orgânica e a fase reprodutiva caracterizou por uma redução na acumulação da matéria orgânica (Fig. 13a). As duas fases de assimilação mostraram diferenças significativas na acumulação da matéria orgânica em todos tratamentos (Teste T,  $P < 0.05$ ).



**Figura 13a.** Efeito da deficiência de elementos nutrientes na taxa de assimilação aparente do amendoim. Cada ponto representa a média de três plantas.

Em relação aos tratamentos, o aumento da matéria orgânica durante a fase vegetativa mostrou diferenças significativas sendo que os tratamentos controle, menos N e menos Ca apresentaram maior taxa de assimilação aparente em relação aos tratamentos menos P, menos Mg, menos S e menos K (ANOVA,  $P < 0.05$ ). Acontecendo o mesmo em relação às suas médias (LSD,  $\alpha = 5\%$ ).

No feijão jugo a taxa de assimilação aparente mostrou duas fases de assimilação: a fase vegetativa que se caracterizou por uma baixa assimilação da matéria orgânica e uma posterior recuperação na sua fase final e a fase reprodutiva que se caracterizou por uma redução da assimilação da matéria orgânica (Fig.13b).

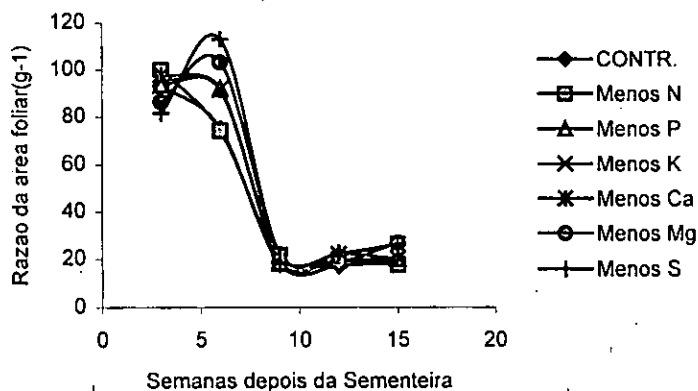


**Figura 13b.** Efeito da deficiência de elementos nutrientes na taxa de assimilação aparente do feijão jugo. Cada ponto representa a média de três plantas.

As duas fases de crescimento mostraram diferenças significativas na acumulação da matéria orgânica em todos tratamentos (Teste T,  $P < 0.05$ ). Em relação aos tratamentos, o aumento da matéria orgânica durante a fase vegetativa mostrou diferenças significativas sendo que os tratamentos controle, menos N e menos Ca apresentaram maior taxa de assimilação aparente em relação aos tratamentos menos P, menos Mg, menos S e menos K (ANOVA,  $P < 0.05$ ). Acontecendo o mesmo em relação as suas médias (LSD,  $\alpha = 5\%$ ).

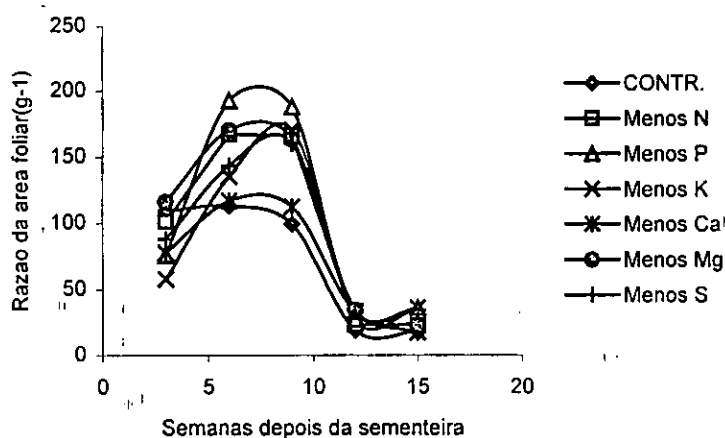
### 5.10. Razão da Área foliar

A razão da área foliar nos diferentes tratamentos mostrou uma redução significativa durante a fase vegetativa e uma constância na fase reprodutiva (Fig.14a). As duas fases de crescimento mostraram diferenças significativas na razão da área foliar em todos tratamentos (Teste T,  $P < 0.05$ ). Em relação aos tratamentos, a razão da área foliar nos diferentes tratamentos não mostrou diferenças significativas (ANOVA,  $P > 0.05$ ).



**Figura 14a.** Efeito da deficiência de elementos nutrientes na razão da área foliar do amendoim! Cada ponto representa a média de três plantas.

No feijão jugo houve um aumento da razão da área foliar para todos os tratamentos com exceção do tratamento controle que permaneceu quase constante durante a fase vegetativa e uma redução da razão da área foliar na fase reprodutiva em todos tratamentos (Fig. 14b).



**Figura 14b.** Efeito da deficiência de elementos nutrientes na razão da área foliar do feijão jugo Cada ponto representa a média de três plantas.

As duas fases de crescimento mostraram diferenças significativas na razão da área foliar em todos tratamentos (Teste T,  $P < 0.05$ ). Em relação aos tratamentos, a razão da área foliar não mostrou diferenças significativa para todos tratamentos. (ANOVA,  $P > 0.05$ ).

### 5.11. Razão do peso seco das folhas

Houve um aumento significativo da razão do peso seco das folhas no tratamento "Menos P" na fase vegetativa e uma redução na fase reprodutiva (Fig.16a). As duas fases de crescimento mostraram diferenças significativas na razão do peso seco das folhas em todos tratamentos (Teste T,  $P < 0.05$ ). Em relação aos tratamentos, a razão do peso seco das folhas nos diferentes tratamentos mostrou igualmente diferenças significativas sendo que o tratamento menos P é que apresentou maior RPF (ANOVA,  $P < 0.05$ ) e igualmente a média da razão peso seco das folhas do tratamento menos P mostrou diferença significativa (LSD,  $\alpha = 5\%$ ).

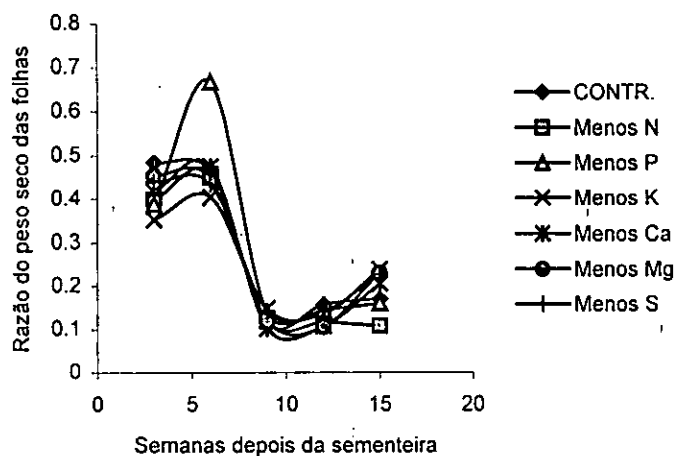


Figura 16a. Efeito da deficiência de elementos nutrientes na razão do peso seco das folhas no amendoim: Cada ponto representa a média de três plantas.

No feijão jugo houve um aumento da razão do peso seco das folhas para todos os tratamentos durante a fase vegetativa e uma redução da razão do peso seco das folhas na fase reprodutiva em todos tratamentos (Fig.16b).



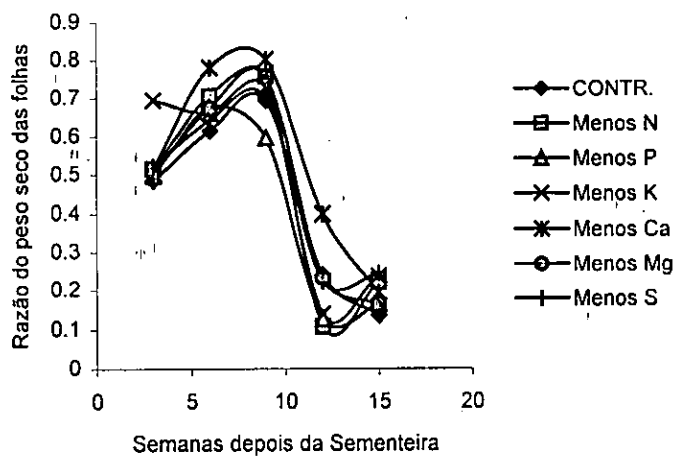
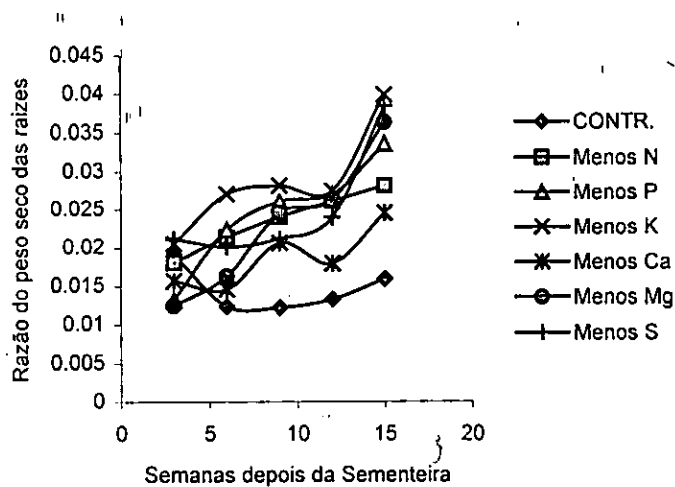


Figura 16b. Efeito da deficiência de elementos nutrientes na razão do peso seco das folhas no feijão jugo. Cada ponto representa a média de três plantas.

As duas fases de crescimento mostraram diferenças significativas na razão do peso seco das folhas em todos tratamentos (ANOVA,  $P > 0.05$ ). Em relação as médias, a razão do peso seco das folhas não mostrou diferenças significativas em todos tratamentos (LSD,  $\alpha=5\%$ ).

### 5.12. Razão do peso seco das raízes (RPR)

A razão do peso seco da raiz do amendoim e feijão jugo aumentou para todos os tratamentos nas duas fases de crescimento vegetativo e reprodutivo (Fig.17a e 17b), com exceção do tratamento controle que mostrou uma ligeira redução significativa em relação aos restantes tratamentos (ANOVA,  $P < 0.05$ ).



**Figura 17a.** Efeito da deficiência de elementos nutrientes na razão do peso seco das raízes no amendoim. Cada ponto representa a média de três plantas.

As duas fases de crescimento não mostraram diferenças significativas na razão do peso seco das raízes em todos os tratamentos (Teste T,  $P < 0.05$ ).

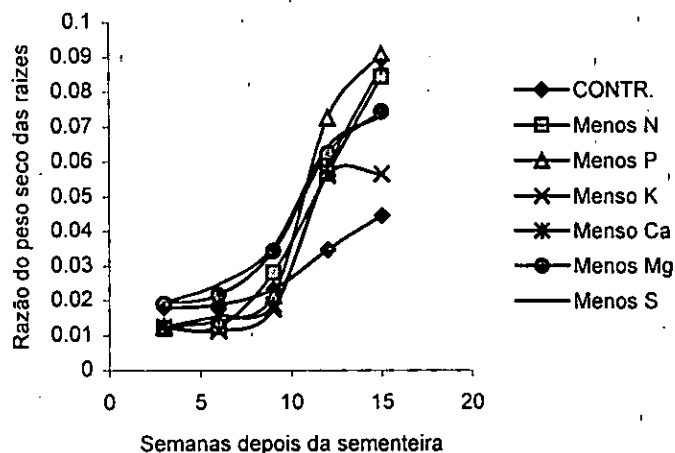


Figura 17b. Efeito da deficiência de elementos nutrientes na razão do peso seco das raízes no feijão jugo. Cada ponto representa a média de três plantas.

Em relação aos tratamentos, a razão do peso seco das raízes não mostrou diferenças significativa para todos tratamentos, com exceção do tratamento controle que mostrou uma redução significativa (ANOVA,  $P < 0.05$ ).

### 5.13. Razão do peso seco da raiz por parte aérea (RPRPA)

A razão do peso seco da raiz por parte aérea no amendoim e no feijão jugo (Fig. 18a e 18b) caracterizou-se por um aumento não significativo da fase vegetativa que da fase reprodutiva em todos os tratamentos (Teste T,  $P > 0.05$ ).

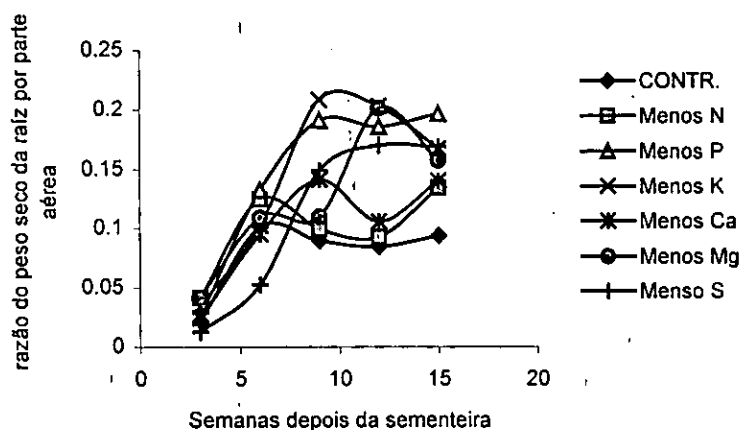
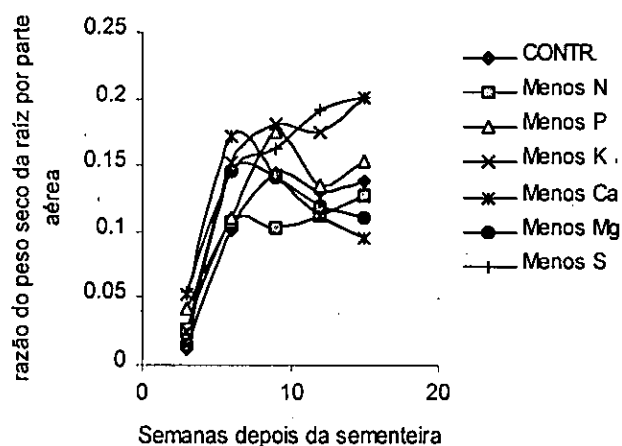


Figura 18a. Efeito da deficiência de elementos nutrientes na razão do peso seco das raízes por parte aérea no amendoim. Cada ponto representa a média de três plantas.

As duas fases de crescimento não mostraram diferenças significativas na razão do peso seco da raiz por parte aérea em todos tratamentos (Teste T,  $P > 0.05$ ).



**Figura 18b.** Efeito da deficiência de elementos nutrientes na razão do peso seco das raízes por parte aérea no feijão jugo. Cada ponto representa a média de três plantas.

Em relação aos tratamentos, a razão do peso seco da raiz por parte aérea não mostrou diferenças significativas para todos tratamentos (ANOVA,  $P > 0.05$ ).

#### 5.14. Densidade das raízes (DR)

A densidade das raízes no amendoim sofreu uma ligeira redução não significativa em todos tratamentos nas duas fases de crescimento vegetativo e reprodutivo (Fig.19a). As duas fases de crescimento não mostraram diferenças significativas na densidade das raízes.

(Teste T,  $P > 0.05$ ). Em relação aos tratamentos, a densidade das raízes igualmente não mostrou diferenças significativa em todos os tratamentos, (ANOVA,  $P > 0.05$ ).

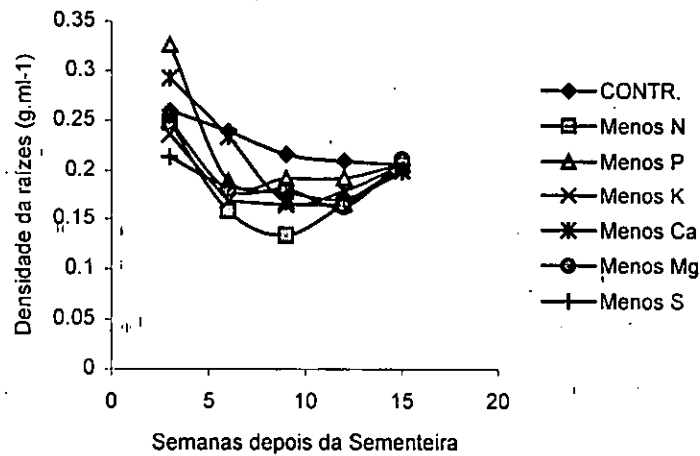


Figura 19a. Efeito da deficiência de elementos nutrientes na densidade das raízes no amendoim. Cada ponto representa a média de três plantas.

No feijão jugo a densidade das raízes permaneceu mais ou menos similar nas duas fases de crescimento (Fig.19b). As duas fases de crescimento não mostraram diferenças significativas na densidade das raízes em todos tratamentos (TesteT,  $P > 0.05$ ).

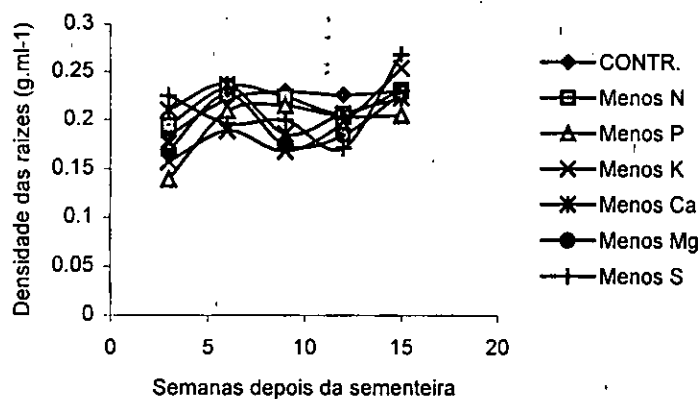


Figura 19b. Efeito da deficiência de elementos nutrientes na densidade das raízes no feijão jugo. Cada ponto representa a média de três plantas.

Em relação aos tratamentos, a densidade das raízes igualmente não mostrou diferenças significativas (ANOVA,  $P > 0.05$ ).

### 5.15. Percentagem da matéria seca total

A percentagem da matéria seca no amendoim mostrou duas fases de crescimento: A fase vegetativa caracterizou-se por um aumento significativo da percentagem matéria seca e a fase reprodutiva caracterizou-se por uma redução significativa da percentagem da matéria seca (Fig. 20a). As duas fases de crescimento mostraram diferenças significativas no aumento da percentagem da matéria seca em todos tratamentos (Teste T,  $P < 0.05$ ). Em relação aos tratamentos, o aumento da percentagem matéria seca durante a fase vegetativa mostrou diferenças significativas, onde os tratamentos Controle, menos N e menos Ca apresentaram maior percentagem da matéria seca enquanto que os tratamentos menos P, menos K, menos Mg e menos S apresentaram menor percentagem da matéria seca (ANOVA,  $P < 0.05$ ). As médias da percentagem matéria seca nos tratamentos também mostraram diferenças significativas (LSD,  $\alpha=5\%$ ).

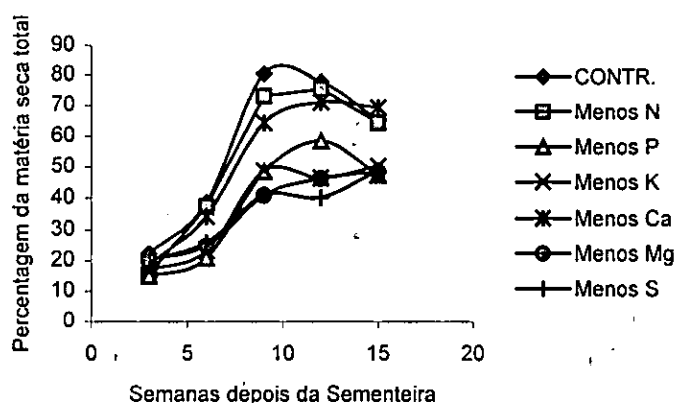


Figura 20a. Efeito da deficiência de elementos nutrientes na percentagem da matéria seca no amendoim. Cada ponto representa a média de três plantas.

No feijão jugo a percentagem da matéria seca mostrou duas fases de crescimento em todos os tratamentos nas duas fases de crescimento. A fase vegetativa caracterizou-se por um baixo aumento da percentagem da matéria seca e uma posterior recuperação na sua fase reprodutiva (Fig.20b).

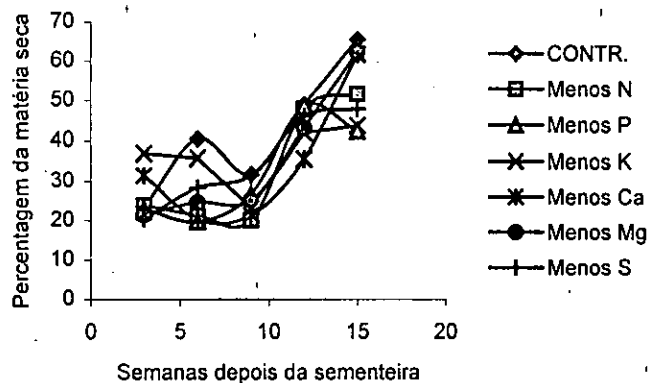


Figura 20b. Efeito da deficiência de elementos nutrientes na percentagem da matéria seca no feijão jugo. Cada ponto representa a média de três plantas.

As duas fases de crescimento não mostraram diferenças significativas no aumento da percentagem da matéria seca em todos tratamentos (Teste T,  $P > 0.05$ ). Em relação aos tratamentos, a percentagem da matéria seca também não mostrou diferenças significativas (ANOVA,  $P > 0.05$ ).

### 5.16. Distribuição final da material seca pelas partes da planta

A distribuição final da material seca pelas partes da planta ( Figura 21a e 21b), mostra que

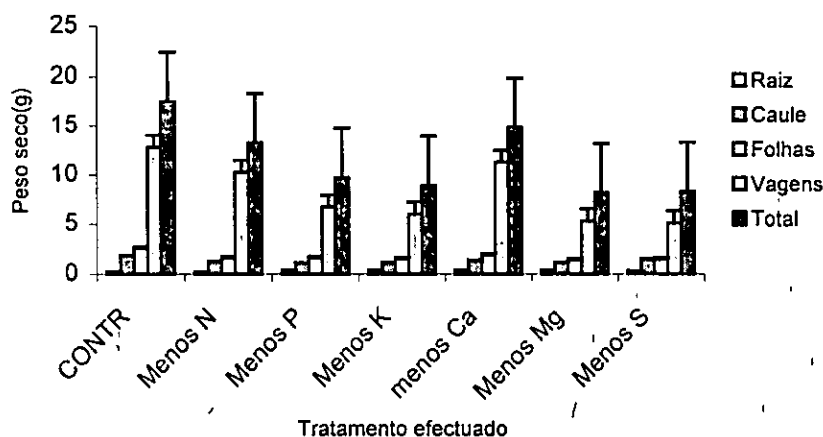


Figura 21a. Efeito da deficiência de elementos nutrientes na distribuição final da matéria seca no amendoim. Cada ponto representa a média de três plantas ( $\pm$  desvio padrão).

os tratamentos controle, menos N e menos Ca apresentaram maior peso seco enquanto que os tratamentos menos P, menos K, menos Mg e menos S apresentaram menor peso seco (ANOVA,  $P < 0.05$ ). Em relação as partes da planta, as vagens apresentaram maior peso seco em todos tratamentos.

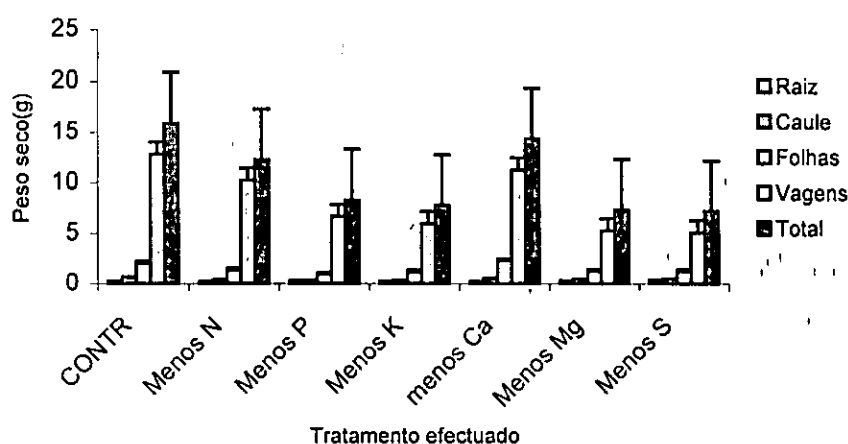


Figura 21b. Efeito da deficiência de elementos nutrientes na distribuição final da matéria seca no feijão jugo. Cada ponto representa a média de três plantas ( $\pm$  desvio padrão).

Por outro lado as raízes é que apresentaram menor peso seco da matéria seca em todos tratamentos.

### 5.17. Correlação entre a deficiência de nutrientes e Taxa de crescimento Relativo (TCR), Peso seco total (PSTP), Peso seco das Vagens (PSV) e Número de vagens (NV).

Para o amendoim (*Arachis hypogaea*) a taxa de crescimento relativo (TCR) e o Peso seco Total da Planta (PSTP) não mostraram nenhum grau de associação (correlação) entre os tratamento efectuados, apresentando valores de  $r$  iguais a  $-0.197$  e  $-0.229$  respectivamente a uma probabilidade maior que 5% (tabela 8a). O número e peso seco das vagens mostraram



haver uma certa associação (correlação) negativa entre os tratamentos efectuados, apresentando valores de r iguais a -0.610 e -0.690 respectivamente a uma probabilidade inferior a 5% (tabela 8a).

Tabela 8a. Correlação entre a deficiência de nutrientes e alguns parâmetros de crescimento estudados no amendoim.

Parâmetro	Equação de regressão	r	P
TCR	$Y = 0.116 - 0.001x$	-0.197	$P > 0.05$
PSTP	$Y = 14.074 - 0.899x$	-0.229	$P > 0.05$
NV	$Y = 15.001 - 0.952x$	-0.610	$P < 0.05$
PSV	$Y = 16.895 - 1.236x$	-0.690	$P < 0.05$

Para o feijão jugo (*Voandzeia subterranea*) a taxa de crescimento relativo (TCR) e o Peso seco Total da Planta (PSTP) não mostraram nenhum grau de associação (correlação) entre os tratamentos efectuados, apresentando valores de r iguais a -0.219 e -0.158 respectivamente a uma probabilidade maior que 5% (tabela 8b). O número e peso seco das vagens mostraram haver uma certa associação (correlação) negativa entre os tratamentos efectuados, apresentando valores de r iguais a -0.643 e -0.658 respectivamente a uma probabilidade inferior a 5% (tabela 8b).

Tabela 8b. Correlação entre a deficiência de nutrientes e alguns parâmetros de crescimento estudados no feijão jugo.

Parâmetro	Equação de regressão	r	P
TCR	$Y = 0.179 - 0.003x$	-0.219	$P > 0.05$
PSTP	$Y = 7.335 - 0.444x$	-0.158	$P > 0.05$
NV	$Y = 17.071 - 0.952x$	-0.643	$P < 0.05$
PSV	$Y = 12.270 - 1.023x$	-0.658	$P < 0.05$

## 6.0. DISCUSSÃO

### 6.1. Avaliação do nível de sintomas apresentados pelas plantas

Uma avaliação global do nível de ocorrência dos sintomas nas folhas do amendoim permite constatar que foram registados níveis baixos de sintomas nas folhas, embora os níveis tenham aumentado nas semanas 8-15, resultado de maior exigência de nutrientes no período reprodutivo, não obstante algumas diferenças significativas apresentadas em alguns parâmetros de crescimento e no rendimento das plantas nas duas espécies tratadas ( tabela 8a e 8b).

No feijão jugo o nível de ocorrência de sintomas nas folhas foi ligeiramente superior a do amendoim o que resultou na redução do crescimento e produção de vagens.

Fageria *et al.* (1991) & Bennett (1993) citando Von Liebig (1800) reportaram que o crescimento e rendimento das plantas é limitado pela deficiência de nutrientes. Estes resultados suportam os encontrados neste estudo, em que houve uma redução do crescimento e rendimento das plantas nas duas espécies tratadas em condições de deficiência de nutrientes.

### 6.2. Efeito da deficiência de elementos nutrientes no desenvolvimento da raiz, caule e folhas

Os pesos secos totais das plantas (fig.2a) mostraram que a quantidade absoluta da matéria seca durante a fase reprodutiva em todos tratamentos é ligeiramente menor em relação a fase vegetativa. Por outro lado a percentagem da matéria seca (fig.20a e 20b ) mostrou que as plantas com tratamentos Menos P, Menos K, Menos Mg, e Menos S tendem a apresentar menor peso e produzem uma quantidade relativamente menor da material seca total.

O baixo peso seco e percentagem da matéria seca totais apresentados pelas plantas das duas espécies amendoim (*Arachis hypogaea*) e feijão jugo (*Voandzeia subterranea*) nos tratamentos Menos P, Menos K, Menos Mg, e Menos S é relativamente menor e esta diminuição pode dever-se a disponibilidade destes elementos nutrientes na solução do solo, factores ambientais e intrínsecos que concorrem para a redução da disponibilidade elementos nutrientes, capacidade de troca catiónica com a solução do solo e as condições fisiológicas das planta.

Vários autores tem indicado que a deficiência em P, K Mg e S é mais frequente em solos arenosos com uma baixa capacidade de retenção de nutrientes que resulta num baixo crescimento e rendimento das plantas Gros (1967) & Fageria *et al.* (1991). Atendendo que o solo utilizado era arenoso (tabela 3) pode se inferir que a disponibilidade de nutrientes fosse deficiente.

Os tratamentos menos N e menos Ca no amendoim mostraram-se iguais ao tratamento Controle com pesos secos totais ligeiramente maiores e uma maior produção da matéria seca total. Segundo Bouldin *et al.* (1979), citado por Läuchli & Bielecki (1983), as leguminosas aumentam o seu crescimento e produção em solos arenosos com pouca disponibilidade de nutrientes devido a sua capacidade de formar associações simbióticas com bactérias nitrificantes. Estas associações simbióticas com azotobactérias tem uma vantagem que é a produção de um sistema contra variações ambientais Aynaba *et al.* (1977) citado por Läuchli & Bielecki (1983) e Dixon & Wheeler (1988).

No feijão jugo os resultados do peso seco total não mostraram diferenças significativas nos tratamentos, mas houve uma tendência do aumento do peso seco nos tratamentos menos N e menos Ca, o que significa que houve maior disponibilidade destes nutrientes na solução do solo que resultou na maior acumulação da biomassa seca.

Läuchli & Bielecki (1983) e Dixon & Wheeler (1988) reportaram que a disponibilidade do N no solo para as leguminosas não tem sido um problema para este grupo de plantas devido a sua capacidade de fazer associações simbióticas com as bactérias nitrificantes que ajudam na fixação do N para plantas. Estes resultados destes autores vem suportar os resultados encontrados neste estudo que indicaram que a deficiência de N nas plantas não afectou o seu crescimento e rendimento.

O peso seco das raízes no amendoim (*Arachis hypogaea*) e feijão jugo (*Voandzeia subterranea*) permaneceu mais ou menos similar nas duas fases de crescimento (fig.3a e 3b). Apesar de não haver diferenças significativas entre os tratamentos, as raízes mostraram uma tendência do aumento do seu peso seco nas condições de deficiência de nutrientes, o que provavelmente significa que a demanda ou seja exigência de nutrientes pelas plantas

aumentava a medida que cresciam. Segundo Gascho & Davies (1994) a sensibilidade das raízes em deficiência de fósforo tende a aumentar o seu peso seco e o seu comprimento que é o reflexo da redução do transporte do fósforo para a parte aérea.

Plantas que crescem em meios deficientes em nutrientes tendem a proteger o sistema de raízes através da redução da proporção dos nutrientes absorvidos e o seu transporte para a parte aérea (Randall 1993 e Bennett, 1993), o que resulta no aumento da razão do peso seco raízes por parte aérea e uma diminuição da biomassa aérea.

Segundo Fredeen *et al.* (1989); Aloni *et al.* (1991) e Ericsson *et al.* (1992) citados por Quilambo (2000) a deficiência de fósforo tende a aumentar a biomassa dos tecidos não fotossintéticos por limitação do crescimento da parte aérea do que das raízes, o que suporta a tendência do peso seco das raízes de aumentar a sua biomassa no presente estudo em todos os tratamentos. Assim pode se igualmente dizer que a tendência de aumento do peso seco das raízes nos restantes tratamentos seja uma resposta das plantas a uma deficiência de nutrientes.

O peso seco do caule nas duas espécies, amendoim (*Arachis hypogaea*) e feijão jugo (*Voandzeia subterranea*) permaneceu mais ou menos similar durante as duas fases de crescimento. Em relação aos tratamentos o peso seco do caule nas duas espécies não mostrou diferenças significativas (fig.4a e 4b). Estes resultados podem significar que o peso seco do caule deve ser insensível a deficiência de nutrientes.

O peso seco das folhas no amendoim apresentou um aumento significativo durante a fase vegetativa e uma redução na fase reprodutiva (fig.5a). Contrariamente ao observado no amendoim (fig. 5a), no feijão (fig.5b) o peso seco das folhas na fase vegetativa mostrou uma estagnação inicial do aumento do peso seco seguida por uma recuperação na sua fase final.

Foi observado que a redução do peso seco das folhas na fase reprodutiva independentemente da sua superfície pode aumentar a área específica da folha visto que a área específica da folha é a razão entre a área foliar e o peso seco da folha (Lambers & Pooter, 1992).

Em relação aos tratamentos o peso seco das folhas no amendoim mostrou diferenças significativas. Os tratamentos Controle, Menos nitrogénio e menos Ca apresentaram maior peso seco das folhas em relação aos restantes tratamentos. Esta diferença pode se ter devido provavelmente a disponibilidade destes nutrientes na solução do solo resultante das associações simbióticas no caso do N e outras fontes no caso de Ca.

O aumento do peso seco das folhas no amendoim no presente estudo no tratamento Menos N nas duas culturas contrasta com os resultados obtidos por Lambers & Pooter, (1992) e Quilambo (2000), em que o peso seco das folhas diminui em condições de baixa quantidade de nitrogénio no solo, provavelmente porque as plantas no presente estudo foram desenvolvidas em condições normais (solo não esterilizado), em que havia condições de nodulação das plantas que é um factor importante na fixação do nitrogénio do solo.

Apesar de Wang *et al.* (1993) citados por Quilambo (2000) sugerir que o peso dos nódulos seja uma medida mais fiável para predizer a fixação potencial de nitrogénio, Quilambo (2000) encontrou uma forte correlação entre o número dos nódulos e o seu peso, o que pode sugerir que o número de nódulos pode ser uma forma indirecta de medição do potencial de fixação do Nitrogénio pelas plantas, o que resultou na sua disponibilidade para as plantas e o seu crescimento normal no tratamento sem nitrogénio.

Os aumentos verificados no peso seco das folhas do amendoim no tratamento Menos Ca sugerem que este macronutriente provavelmente esteja disponível na solução do solo para ser absorvido pelas culturas e aumentar a sua biomassa. Segundo Bennett (1983) o Cálcio funciona como regulador na translocação dos carboidratos nos tecidos das plantas e que tem efeitos nas paredes celulares. Assim a sua possível presença no solo pode ter resultado no crescimento normal das plantas.

Em relação aos tratamentos Menos P, Menos K, Menos Mg e Menos S o peso seco das folhas no amendoim mostrou uma certa diminuição significativa. Esta redução do peso seco das folhas nestes tratamentos provavelmente deveu-se a não disponibilidade destes nutrientes na

solução do solo, às condições ambientais e a factores intrínsecos das plantas na absorção destes nutrientes.

Estes resultados estão de acordo com os resultados obtidos por Quilambo (2000) em que houve uma ligeira diminuição, mas não significativa do peso seco das folhas quando estas foram cultivadas em condições de baixa quantidade de Fósforo, e também por Tewolde e Fernandez (1997) citados por Quilambo (2000) em que a deficiência de Fósforo no algodão diminuiu severamente o peso seco das folhas na fase vegetativa que o crescimento na fase reprodutiva.

Segundo Läuchli & Bielecki (1983) o acesso do Fósforo às plantas tem sido um problema para as plantas. Classen e Barber (1976) citados por Läuchli & Bielecki (1983) o problema de acesso do Fósforo às plantas tem haver com as propriedades do próprio nutriente (P) que é muito fácil de se precipitar em solos ácidos e tornar-se assim indisponível às plantas.

É sabido que a deficiência do Fósforo nas plantas tem efeito na redução do fornecimento das citoquininas para a parte aérea da planta (Horgan e Wareing, 1980 citados por Quilambo 2000) e também alteram a resposta do ácido abscísico (ABA) nas plantas (Radin, 1984 citado por Manjate, 2000).

As plantas que foram desenvolvidas em condições de deficiência de Potássio tiveram o mesmo comportamento, em que o peso seco das folhas mostrou uma diminuição significativa nas duas culturas.

Marschner (1995) observou que um suplemento adequado de Potássio era necessário, não somente para as habilidades de ATPases no transporte activo, como também para um desenvolvimento eficiente, crescimento efectivo dos tecidos das plantas, translocação, assimilação e acumulação de substâncias de reserva ou outras funções internas que são a base das interacções fisiológicas e biofísicas.

Assim a diminuição do peso seco das folhas no tratamento Menos K, pode dever-se a problemas de realização de algumas funções vitais, provavelmente devido ao acesso limitado do Potássio na solução do solo, o que por consequência diminuiu a sua biomassa.

No tratamento Menos Mg o amendoim mostrou uma diminuição significativa do seu peso seco das folhas e, sendo o Magnésio um elemento essencial que faz parte da molécula da clorofila é evidente que a sua deficiência na solução do solo pode diminuir a actividade fotossintética pela redução da molécula clorofilina nas folhas e consequentemente a produção da matéria orgânica pelas plantas via fotossíntese vai diminuir.

Segundo Bockelee-Morvan & Martin 1966 e Lunde & Murdock 1978 citados por Gascho & Davies 1994 a deficiência do Enxofre é muito provável nos solos arenosos que foi o caso desta experiência pois possuem baixa capacidade de retenção de aniões, assim não retêm o anião sulfato.

No tratamento Menos S o amendoim mostrou uma diminuição da biomassa das folhas, o que sugere que provavelmente o enxofre não esteja disponível para as plantas.

Em relação ao feijão jugo os tratamentos efectuados não mostraram diferenças significativas na produção do peso seco das folhas, o que sugere que o feijão jugo tem maior insensibilidade quando cultivada em condições de deficiência de nutrientes no que se refere à produção da matéria seca das folhas.

### **6.3. Efeito da deficiência de elementos nutrientes no número de folhas e na área foliar**

O número de folhas no amendoim (*Arachis hypogaea*) e feijão jugo (*Voandzeia subterranea*) mostrou duas fases de variação (fig.6a e 6b). A fase vegetativa caracterizou-se por um aumento linear e a fase reprodutiva caracterizou-se por uma redução do número de folhas, esta redução foi significativa. Este resultado pode dever-se à alocação dos fotossintados para os órgãos reprodutivos e não para os vegetativos que leva a que haja redução na produção de novas folhas.

Quanto aos tratamentos a variação no número de folhas não foi significativo para as duas espécies. Segundo Radin e Eidenbock (1984) citados por Quilambo (2000) a deficiência de Fósforo diminui a área foliar e não o número de folhas, por causa da produção de folhas pequenas e devido o efeito directo desta deficiência como a falta de turgidez nas folhas.

A área foliar das plantas (fig.7a) mostrou diferenças significativas no amendoim, podendo subdividir os tratamentos segundo a similaridade das suas áreas foliares. Os tratamentos Menos N e, Menos Ca, mostraram-se serem iguais ao tratamento controle com áreas foliares relativamente diferentes dos tratamentos Menos P, Menos K, Menos Mg e Menos S.

No feijão jugo a área foliar mostrou diferenças significativas em todos os tratamentos, onde os tratamentos Menos N e, Menos Ca, mostraram-se serem iguais ao tratamento controle com áreas foliares relativamente diferentes dos tratamentos Menos P, Menos K, Menos Mg e Menos S.

As diferenças das áreas foliares verificadas no amendoim e no feijão jugo provavelmente devem-se aos mesmos efeitos que provocaram o aumento do peso seco das folhas nos tratamentos Menos N e Menos Ca no amendoim e uma diminuição do peso seco das folhas nos tratamentos (Menos P, Menos K, Menos Mg e Menos S). Segundo Radin e Eidenbock (1984) citados por Quilambo (2000) a área foliar diminui em condições de deficiência de Fósforo e os resultados deste estudo mostram as mesmas tendências no amendoim, os da redução da área foliar.



#### 6.4. Efeito da deficiência de elementos nutrientes no número das vagens e no peso seco das vagens.

O número e o peso seco das vagens não responderam aos tratamentos submetidos em alguns grupos de plantas no amendoim e feijão jugo (fig.8a e 8b; 9a e 9b), respectivamente. Com base nos testes há evidências que mostram que o efeito dos tratamentos sobre o rendimento (número e peso seco das vagens) mostrou diferenças significativas nas duas espécies tratadas.

Os tratamentos Menos N e Menos Ca mostraram ser iguais ao tratamento controle enquanto que, os tratamentos Menos P, Menos K, Menos Mg e Menos S são estatisticamente diferentes do controle.

No tratamento Menos N as razões da similaridade do rendimento (número e peso seco das vagens das vagens) deveu-se provavelmente ao facto de as leguminosas serem capazes de fazer associações simbióticas com as bactérias, geralmente do género *Rhizobium* que fornecem o Nitrogénio as leguminosas em trocas por hidratos de carbono.

Nambiar *et al.* (1988) citado por Quilambo (2000) observou que com a excepção de algumas circunstâncias, a aplicação do Nitrogénio como fertilizante nas leguminosas na fase vegetativa ou durante todas as fases de crescimento ou ainda somente na fase do enchimento das vagens não influenciava a produção das vagens o que vem suportar os resultados encontrados no presente estudo, em que a deficiência de Nitrogénio não afectou a produção das vagens.

No tratamento Menos Cálcio os resultados foram similares ao tratamento Menos Nitrogénio nas duas espécies, o que pode estar a significar que o Cálcio esteja disponível na solução do solo para a absorção pelas plantas ou seja um nutriente secundário, que não tem grande importância para afectar a produção das vagens em leguminosas.

No tratamento Menos Fósforo a produção das vagens baixou significativamente em relação ao tratamento controle provavelmente porque a disponibilidade do Fósforo na solução do solo é limitado, também os factores edafo-climáticos (pH da solução do solo, aeração do solo, teor

da material orgânica) podem reduzir a absorção do Fósforo no solo e a disponibilidade do Nitrogénio na solução do solo, que influencia grandemente na absorção do Fósforo.

Ruiz-Lozano *et al.* (2001) reportou que a disponibilidade do Fósforo na solução do solo é importante na fixação do Nitrogénio uma vez que influencia as associações simbióticas nas leguminosas. Aproximadamente 21 mol de ATP são consumidos por mol N<sub>2</sub> reduzidos. Isto explica o porque a deficiência de Fósforo na solução do solo é um factor limitante para a simbiose de *Rhizobium* com as leguminosas e conseqüentemente redução da disponibilidade do Nitrogénio.

O Fósforo é um elemento essencial na formação de sementes e frutos, encontrando se em maiores quantidades nestes órgãos e além disso contribui para maior metabolização do Nitrogénio (Gros, 1967), assim, pode-se inferir que deficiência de P, nas plantas, e em especial nas leguminosas leva a redução na produção de sementes, o que vem suportar os resultados encontrados no presente estudo, em que houve uma tendência de redução da produção de sementes em condições da deficiência de Fósforo.

O rendimento (número de vagens e peso seco das vagens) no tratamento Menos K no amendoim (*Arachis hypogaea*) e feijão jugo (*Voandzeia subterranea*) mostrou a mesma tendência que no tratamento menos P, podendo dever-se ao facto de o potássio o ser um macronutriente de grande importância para a produção (número e peso seco) das vagens (Fageria *at al.*, 1991).

Gros (1967), reportou que o Potássio funciona como regulador das funções da planta, intervindo na síntese de glúcidos ou carboidratos, sua migração e acumulação em certos órgãos da planta, também o Potássio diminui a transpiração da planta economizando assim a água. Sendo assim a diminuição do rendimento (número e peso seco) das vagens sugere me que este macronutriente esteja em baixos níveis na solução para afectar as funções vitais das plantas em ambas espécies tratadas.

O rendimento mais baixo ocorreu nos tratamentos Menos Magnésio e menos Enxofre nas duas espécies devido a uma baixa produção do número de vagens por planta. As razões de baixa produção de vagens por planta pode ser resultado do limitado acesso destes nutrientes na solução do solo e também dos factores ambientais que podem ter contribuído para uma baixa absorção do Magnésio e Enxofre na solução do solo.

Sendo o Magnésio parte integrante da molécula da clorofila, a sua deficiência nas plantas vai-se manifestar no amarelecimento das folhas, impedindo deste modo o funcionamento normal da fotossíntese. A redução da actividade fotossintética nas plantas vai ter como resultado a diminuição da produção da matéria orgânica via fotossíntese que tem efeitos directos na acumulação das substâncias de reservas nas sementes, resultando na produção de sementes em menor número e com menor peso.

#### **6.5. Efeito da deficiência de elementos nutrientes na nodulação.**

No presente estudo a deficiência do Nitrogénio não afectou a nodulação das plantas em ambas espécies tratadas, o que resultou no aumento dos pesos secos das partes vegetativas e do rendimento/produção (número e peso seco) das vagens nas plantas em todos tratamentos em ambas espécies, o que significa que a nodulação é insensível a deficiência de nutrientes nos tratamentos menos N e menos Ca.

Dixon & Wheeler (1988) reportou que as maiores associações entre as leguminosas ocorrem entre as bactérias do género *Rhizobium* que tem maior importância para a agricultura e contribuem no aumento do rendimento das culturas quando estas são cultivadas em condições de deficiência de nutrientes.

### 6.6. Efeito da deficiência de elementos nutrientes na Taxa de Crescimento Absoluto (TCA); Taxa de crescimento Relativo( TCR) e Taxa de Assimilação Aparente (TAA)

A taxa de crescimento absoluto é expressa como aumento da biomassa da planta por unidade de tempo ( Lambers & Pooter, 1992). No presente estudo a taxa de crescimento absoluto no amendoim e no feijão jugo mostrou diferenças significativas nos tratamentos Menos N e Menos Ca que mostraram serem iguais ao tratamento controle com maior aumento da biomassa por unidade de tempo (Fig11a e 11b) em relação aos restantes tratamentos.

A taxa de crescimento Relativo no amendoim (*Arachis hypogaea*) e feijão jugo (*Voandzeia subterranea*) não mostrou diferenças significativas em todos os tratamentos ( fig.12a , 12b e anexos 21a e 21b ).

A taxa de assimilação aparente (TAA) é expressa como o balanço entre o ganho de carbono (fotossíntese) e a perda de carbono (respiração) (Cramer *et al.*, 1994). Nos tratamentos menos Nitrogénio e menos Cálcio a taxa de assimilação aparente teve o mesmo comportamento que o tratamento Controle (fig.13a e 13b), portanto a deficiência de Nitrogénio e Cálcio não afectou significativamente a taxa de assimilação aparente. Nestes tratamentos houve um aumento significativo das áreas foliares respectivas no amendoim o que pode se traduzir num aumento proporcional da capacidade de interceptar maior quantidade da radiação fotossintética activa (PAR).

A redução significativa da taxa de assimilação aparente verificada nos tratamentos menos Potássio, Menos Magnésio e menos Enxofre pode provavelmente dever-se a redução das suas respectivas áreas foliares observadas nas (fig.13a e fig. 13b) ou devido a redução da taxa fotossintética e aumento da respiração ou ainda factores ambientais (luz).

Por outro lado a redução da taxa de assimilação aparente no tratamento menos K pode provavelmente dever-se a redução da regulação osmótica nas folhas que resulta na diminuição do tamanho das folhas e que teve como consequência a diminuição da quantidade da radiação fotossintética activa (PAR) interceptada pelas folha. A diminuição de PAR (Radiação

fotossintética activa) resultou na diminuição da taxa de assimilação aparente, porque este parâmetro depende do tamanho da área foliar.

Lambers & Pooter (1992) e Fitter & Hay (1981) afirmaram que taxa de assimilação aparente (TAA) depende da radiação fotossintética activa e esta por sua vez depende do tamanho da área foliar e da radiação solar que se vai traduzir na maior actividade fotossintética e maior acumulação da matéria orgânica nas plantas. A redução do tamanho da área foliar no tratamento menos K pode ter influenciado na acumulação da matéria seca e na TAA no grupo de plantas com este tratamento em ambas espécies.

No tratamento menos Mg a diminuição da taxa de assimilação aparente (TAA) pode dever-se ao resultado da diminuição da actividade fotossintética causado pela diminuição da área foliar que resultou uma quebra na taxa de assimilação aparente nas duas espécies.

#### **6.7. Efeito da deficiência de elementos nutrientes na Razão da área foliar e razão peso seco das folhas.**

Para o amendoim a razão da área foliar nos diferentes tratamento (fig14a) teve uma diminuição para todos tratamentos. Esta diminuição da razão da área foliar Segundo Kemp, (1981) citado por Quilambo (2000), principalmente no estágio inicial de crescimento pode estar associado à falta de fotossintatos para o crescimento da planta.

No feijão jugo a razão da área foliar não mostrou diferenças significativas, em todos os tratamentos, provavelmente esta cultura é menos sensível a condições de deficiência de nutrientes (fig. 14b) para reduzir a área foliar das plantas.

Segundo Fitter e Hay (1981), a razão do peso da folha define a divisão da matéria seca nas folhas e reflecte a habilidade de a planta manter o seu desenvolvimento normal, é o aumento da matéria seca através da fotossíntese.

A razão do peso seco das folhas (peso específico das folhas) mostrou um aumento significativo na fase vegetativa (fig.16a) para o tratamento menos Fósforo no amendoim, não tendo-se observado o mesmo comportamento no feijão jugo (fig.16B).

Este aumento da razão do peso seco das folhas em ambas espécies tratadas é provavelmente devido à redução na alocação da matéria orgânica para o crescimento da planta ou mesmo devido à factores de controle genético e ambiental. Schenk & Barber (1979) citados por Läuchli & Bilieski (1983) afirmaram que nas plantas nem tudo depende de factores externos, mas sim há um controle genético que influencia na razão entre o peso das folhas e o peso total da planta.

Os restantes tratamentos não mostraram serem diferentes ao tratamento controle, que se caracterizaram por um ligeiro aumento na fase vegetativa e uma redução durante a fase reprodutiva. Esta redução da razão do peso seco das folhas na fase reprodutiva provavelmente explica-se pelo facto de neste período, a alocação dos fotossintatos se destinar para os órgãos reprodutivos em detrimento das partes vegetativas nas duas espécies tratadas.

#### **6.8. Efeito da deficiência de elementos nutrientes na razão do peso seco das raízes, razão do peso seco das raízes por parte aérea e densidades das raízes.**

A razão do peso seco das raízes para todos tratamentos aumentou nas duas fases de crescimento, isto pode significar que em todas fases de crescimento houve demanda (exigências) de nutrientes pelas plantas nas duas espécies tratadas. (fig17a e 17b) por outro lado, a razão do peso seco das raízes em todos tratamentos mostraram serem diferentes do tratamento controle.

Segundo Ferrar (1996) citado por Landeweert (1997), a razão do peso da raiz é um factor importante na absorção de nutrientes e o aumento desta razão no presente estudo vem confirmar o aumento da procura dos nutrientes na solução do solo pelas plantas ou ainda pode demonstrar que as plantas investiram maior biomassa nas raízes.

A razão do peso seco da raiz por parte aérea aumentou para todos os tratamentos nas duas fases de crescimento (fig.18a e 18b.) nas duas espécies tratadas. Em relação aos tratamentos não mostraram diferenças significativas em relação ao tratamento controle no amendoim no amendoim e no feijão jugo. Este facto demonstra que em condições de deficiência de nutrientes o amendoim e o feijão jugo podem reduzir o stress nutricional através da maior expansão radicular no solo à procura de nutrientes, traduzindo-se numa maior resistência ao stress nutricional.

A densidade das raízes no amendoim e feijão jugo permaneceu mais ou menos similar nas duas fases de crescimento, com um aumento não significativo para todos tratamentos ao longo do crescimento (fig. 19a e 19b.). Esta tendência do aumento da densidade das raízes provavelmente deveu-se ao facto de a maior densidade das raízes ser vantajoso em ambientes com carências nutricionais, o que se pode traduzir na maior procura e manutenção do estado normal da planta.

Segundo White *et al.* (1990) citados por Quilambo (2000) em condições de stress hídrico uma grande densidade das raízes pode retardar a desidratação e consequentemente permitir a manutenção prolongada de uma relativa alta condutância estomatal e daí resultar num aumento de crescimento e rendimento. Esta interpretação é usado quando as plantas estão em stress nutricional onde também aumentam a sua densidade para permitir a manutenção das suas funções vitais sem uma rápida quebra metabólica e consequentes sintomas de deficiência de nutrientes.

#### **6.9. Efeito da deficiência de elementos nutrientes na percentagem da matéria e distribuição final da material seca.**

Para o amendoim os pesos secos totais das plantas (fig.2a) mostraram que a quantidade absoluta da matéria seca durante a fase reprodutiva em todos tratamentos é ligeiramente menor em relação a fase vegetativa. Por outro lado, a percentagem da matéria seca (fig.20a e 20b.) mostrou que as plantas com tratamentos Menos P, Menos K, Menos Mg, e Menos S, tendem a apresentar menor peso e produzem uma quantidade relativamente menor da matéria seca total.

O baixo peso seco e percentagem da matéria seca totais apresentados pelo amendoim (*Arachis hypogaea*) nos tratamentos Menos P, Menos K, Menos Mg, e Menos S é relativamente menor e esta diminuição pode dever-se a disponibilidade destes elementos nutrientes na solução do solo, factores ambientais e intrínsecos que concorrem na redução da disponibilidade elementos nutrientes, capacidade de troca catiónica com a solução do solo e as condições fisiológicas das plantas.

Läuchli & Bielecki (1983) & Dixon & Wheeler (1988) reportaram que a fixação do N pelas leguminosas é uma vantagem porque permite o crescimento destas plantas mesmo em condições de deficiência de nutrientes, assim no tratamento menos N o amendoim mostrou maior percentagem da matéria seca no presente estudo.

A distribuição final da matéria seca pelas partes da planta (raiz, caule, folhas, e vagens) (Fig.21a e 21b) apresenta diferenças entre elas, sendo as raízes a parte da planta que apresentou menor biomassa nas duas espécies tratadas e as vagens com maior biomassa.

Wood (1968) citado por Pattée & Young (1982), observou que o peso das raízes das plantas crescendo em vasos, representava cerca de 15% do peso total aos 32 dias depois da sementeira e somente 2-4% no fim do ciclo de crescimento.

Estes resultados estão de acordo com os resultados encontrados neste estudo, em que o peso seco das raízes foi o mais baixo de todas partes da planta em ambas espécies tratadas que resultou uma baixa percentagem da matéria seca nas plantas nestes órgãos.



## 7.0. CONCLUSÃO.

1. Os sintomas de deficiência de nutrientes foram mais notáveis nos tratamentos sem Magnésio, Enxofre, Potássio e Fósforo.
2. Os efeitos da deficiência de elementos nutrientes no crescimento/ desenvolvimento do amendoim (*Arachis hypogaea*) e feijão jugo (*Voandzeia subterranea*) foram:
  - a. Amarelecimento das folhas ( Cloroses);
  - b. Morte de tecidos vegetais ( folhas) (Necrose);
  - c. Redução da produção vagens (número e peso seco);
  - d. Mudanças de crescimento/desenvolvimento dos órgãos das plantas (folhas e raízes).
3. O peso seco das folhas e a área foliar foram os parâmetro mais afectados pela deficiência de nutrientes no amendoim, e no feijão jugo a área foliar é que foi mais afectada.
4. O rendimento (número de vagens e o peso seco das vagens) foi afectado pela deficiência de Magnésio, Enxofre, Potássio e Fósforo em ambas espécies.
5. Não existe uma correlação entre a deficiência de nutrientes, peso seco total e a taxa de crescimento relativo (TCR) das plantas em ambas espécies.
6. Existe uma correlação negativa entre a deficiência de nutrientes e o rendimento das plantas.

## 8.0. RECOMENDAÇÕES.

1. O amendoim e feijão jago mostraram-se serem mais susceptíveis a deficiência de Mg, S, K, e P. Deste modo recomenda-se que no cultivo destas duas culturas se tome mais atenção a estes nutrientes com vista a melhorar a produção/rendimento principalmente em solos arenosos.
2. Recomenda-se que, se efectue um estudo similar em épocas diferentes do ano para verificar a influência dos factores ambientais na produção/rendimento com relação a deficiência de nutrientes.
3. Recomenda-se que, se efectue um estudo similar envolvendo uma nutrição completa e uma branca (sem nutrientes) para verificar a relação entre fixação simbiótica de Nitrogénio, micorrizas e nutrientes nas leguminosas.

## 9.0. LIMITAÇÕES.

1. Não foi determinada a duração da área foliar e o Índice da área foliar como estava previsto no protocolo, por se achar irrelevante no presente estudo.
2. Não foi determinada o teor/concentração de nutrientes nos tecidos das plantas devido a falta de condições para sua determinação no laboratório.

## 10.0. BIBLIOGRAFIA:

- Alam, S.M; Naqvi, S.S.M; Osaki, M. (1999) Soil Salinity, Sodicity, Low/High pH, and Soil Nutrient Deficiency Problems. Edited by Pessaraki, M (1999) Handbook of Plant and Crop Stress. Revised and Expanded. 51-61 pp.
- Almeida, F. S. (1969), Cultura de Amendoim. Série B. Divulgação, nº 34. Edição da Gazeta do Agricultor. Lourenço Marques. 120 pp.
- Archer, A. (1988) Crop Nutrition and Fertilizer Use 2nd Edition Farming Press LTP 718pp.
- Atwell, B; P. Kriendemann & C. Turnbull (1999) Plants in Action Adaptation in Nature and Performance in Cultivation. Macmillan Education Australia. First published. 693pp.
- Bennett, W.F. (1993) Plant Nutrient Utilization and Diagnostic Plant Symptoms, Edited by Bennett, W.F. (1993) Nutrient Deficiencies & Toxicities in Crops Plants College of Agricultural Science and Resources. Texas Tech University. 1-7 pp.
- Catski & Jarvis, (1985). Methods of Growth Analysis in Plant Photosynthetic Production: Manual of methods. 10: 343-385.
- Collinson, S. T.; S. N. Azam-Ali; K. M. 'Chavula' & A. Hodson (1996). Growth, Development and Yield of Bambara Groundnut (*Vigna Unguiculata*.) in response to Soil Moisture Journal of Agricultural Science. Cambridge. 126: 307-318.
- Cordovilla, M.P.; A. Ocanã; F.Ligero & C. Liuch (1995). Salinity Effects on Growth Analysis and Nutrient Composition In Four Grain Legumes- *Rhizobium Symbiosis*. Journal of Plants Nutrition, 18 (8) : 1595- 1609.
- Cramer, G. R; G. J.Alberico & C. Shimidt.(1994), Leaf Expansion Limits Dry Matter Accumulation of Salt Stressed Maize. Australia Journal Plant Physiology: 21:63-74
- Daisy, L. & R. Kay, (1979). Food Legumes. Crops and Production Digests, nº 3. 325 pp. Holt. International Edition. New York.
- Dixon, R. O. D & C. T. Wheeler ( 1988) Nitrogen Fixation in Plants.USA: Chapman e Hall, New York. 153pp.
- FAO, (1984). O Amendoim. Série Melhor Agricultor, nº 3/17. Edição Portuguesa. Roma. 41 pp.

- Fitter, A. H. & Hay, R. K. (1981) Environmental Physiology of Plants. New York. Academic Press. . 355pp. ISBN. 122577604.
- Fowler, J. & Cohen, L. (1996) Practical Statistics For Field Biology, John Wiley e Sons. Chichester. New York. Brisbane. Toronto. Singapore, 225pp.
- Fageria, N. K & V.C. Baligar & C.A. Jones (1991) Growth and Mineral Nutrition of field Crops. Marcel Dekker, Inc. New York. Basel. Hong Kong 678pp.
- Gascho, G. J & Davies, J.G. (1994) Mineral Nutrition. In: The Groundnut Crops A Scientific Base for Improvement. J. Smartt Edition. 214,235pp. University, Chapman & Hall, London, UK.
- Gomez & A. Gomez. (1984) Statistical Procedure for Agricultural Research. 2nd Edition. A. John Willey & Sons. New York 680pp.
- Gros, A. (1967) Adubos. Guia Prático de fertilização. Coleção Técnica Agraria, Classica Editora 2a Edição 870pp.
- Kay, D. E (1979) Food Legumes London. Tropical Product Institute 435pp.
- Kishinevsky, B.D.; M.Zur; Y. Friendman; G. Yeromi; E. Ben-Moshe & C. Nemas (1996). Variation in Nitrogen Fixation and Yield in Landraces of Bambara Groundnut (*Vigna Subterranea*). Field Crop Research 48: 57-64.
- Lambers, H. & Poorter, H. (1992) Inherent Variation in Growth Rate between Higher Plants. Advances in Ecological Research 48: 57-64.
- Landeweert, R. (1997) Effects of Drought- Stress on the Development of VAM (Vesicular-Arbuscular Mycorrhizas and Growth of Groundnut (*Arachis hipogaea*)). Post- doctoral Project. UEM. 33pp.
- Läuchli, A & R. L. Bielecki (1983) Inorganic Plant Nutrition. Springer- Verlag. Berlin Hiedelberg. New York. Tokio 829pp.
- Linnemann, A.R & P.Q Craufurd (1994) Effects Of Temperature and Photoperiodic or Phenological Development in Tree Genotypes of Bambara Groundnut (*Vigna subterranea*).
- Magaia, M. A (2001) Estudo das relações hídricas e da acumulação da prolina em duas variedades de Feijão jugo (*Vigna Subterranea* L). Tese de Licenciatura. DCB. UEM. 56pp.

- Malithano, A. D. & Ramanaiah, K. V. (1984) Factores affecting groundnut. Production in Mozambique The ICRISAT (1984); Proceeding of the Regional Groundnut workshop for Southern Africa. Realizado em 26-29 Março de 84, Lilongue, Malawi. P: 1-6.
- Manjate, A. F (2000) Análise dos Efeitos dos iões:  $K^+$ ,  $Cl^-$ ,  $Na^+$ , &  $SO_4^{2-}$  no crescimento das plantas, nas quantidades dos lípidos e nas concentrações das proteínas de 3 variedades de amendoim( *Arachis hypogaea*). Tese de Licenciatura. DCB. UEM. 72pp
- Marschner, H. (1995) Mineral Nutrition of Higher Plants. Second Edition. Institute Of Plant Nutrition. University of Hohenheim, Germany, ISBN 0-12—473542-8 (HB).
- Moorby, J e Besford, R.T (1983) Mineral Nutrition and Growth , Edited by ( Lauchli, A. and Bielecki, R.L. ) Inorganic Plant Nutrition. Encyclopedia of Plant Physiology vol: 15 Springer- Verlag Berlin Heidelberg New York Tokio, 651-675 pp.
- Noggle, G. Rey & Fritz, G. J. (1983) Introductory Plant Physiology, Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey. 660pp.
- Nwokolo, E. & Smartt, J. (1996) Food Feed from legumes and Oilseed. First Edition. 419pp. London. Chapman and Hall. ISBN 0412 459 302
- Pattee, H. E. & Young, C. T. (1982). Peanut Science and Tenology American Peanut Research and Education Society. Inc. Yoakum, Texas 77995. USA. 825 pp.
- Premachandra, S. G; H. Saneok & S. Ogata (1991) Cell Membrane Stability and Leaf Water Relation as Effects by Potassium Nutrition of Water- Stressed Maize. Journal of Expermental Botany, 42 (239) 739-745pp. Oxford University Press. 1991.
- Purselove, J. W.(1968). Tropical Crops Dicotyledones. Longnam Scientific & Technical. 719 pp.
- Quilambo, O. A (2000) Functioning of Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Under Nutrient Deficiencie and Drought Stress in Relation to Symbiotic Associations. 168pp. Van Denderen B. V., Groningen. ISBN 90 367 12 84x.
- Ramanaiah, K. V.; A. D. Malithano & M. J. Freire, (1987). Effects Of Perphosfate application on Yield of Groundnut. In: ICRISAT Proceedings of Regional Groundnut Workshop for Southern Africa. 10-14 Feb. 1986 Harare Zimbabwe. Patancheru. AP. 502324, India.

- Randall (1993) *Nutrients: A Sparse Resource*, Edited by (Atwell, B.; Kriedemann, P; Turnbull, C (1999) *Plants in Action*. Adaptation in Nature; Performance in Cultivation. 380-650 pp.
- Ruiz-Lozano, J.M; C. Collados; J.M. Barea e R. Azcon (2001) Arbuscular mycorrhizal Symbiosis can alleviate drought- induced nodule senescence in soybean plants. *New Phytologist*; 151: 493-502.
- Taiz, L. & Zeiger, E. (1998) *Plant Physiology*, Sinauer Associates, Inc., Publishers. 765pp.
- Verona, P. L. (1985). *Culturas Arverenses*. Universidade Eduardo Mondlane. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal.
- Webb, N. & Blackmore, R. (1985) *Statistic for Biologists*. Great Britain: Cambridge University Press. 106pp.
- Weiss, E. A. (1983). *Oilseed Crop*. Tropical Agriculture Series. Longmen. London and New York. 4: 100-160.
- Williams, J. H., & Rao, N. (1990). *Crop Physiological. Factores Influencing Groundnut Productivity*. Andra Pradesh, Índia. ICRISAT. 6: 10-15.

# ANEXOS

**Anexo 1**

**Tabela 1.** Plano da experiência

Grupos	SDS	No total de Plantas	No de plantas a colher por semana				
			3a	6a	9a	12a	15a
Controle	15 x 2	30	3x2	3x2	3x2	3x2	3x2
Menos K	15 x 2	30	3x2	3x2	3x2	3x2	3x2
Menos Ca	15 x 2	30	3x2	3x2	3x2	3x2	3x2
Menos Mg	15 x 2	30	3x2	3x2	3x2	3x2	3x2
Menos N	15 x 2	30	3x2	3x2	3x2	3x2	3x2
Menos P	15 x 2	30	3x2	3x2	3x2	3x2	3x2
Menos S	15 x 2	30	3x2	3x2	3x2	3x2	3x2
Total de plantas	105x2	210	21x2	21x2	21x2	21x2	21x2

**Nota:** O número de plantas foi multiplicada por dois porque foi usado na experiência duas espécies semelhantes: O Amendoim (*Arachys hypogaea*) e Feijão Jugo (*Voandzeia subterranea*).

SDS – Semana depois da sementeira

**Anexo 2**

5.4 Soluções de nutrientes

5.4.1. Soluções de macronutrientes necessárias:

- CaCl<sub>2</sub>..... 1 molar
- Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O..... 1 molar
- MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O..... 1 molar
- Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O..... 1 molar
- Mg(SO<sub>4</sub>).7H<sub>2</sub>O..... 1 molar
- KCl..... 1 molar
- KNO<sub>3</sub>..... 1 molar
- KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>..... 1 molar
- NaNO<sub>3</sub>..... 1 molar
- NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O..... 1 molar
- NaSO<sub>4</sub>..... 1 molar



**Solução de ferro**

FeCl<sub>3</sub>..... 1 molar  
 Acido tartárico ..... 1 molar  
 Água destilada..... 1 l

**Solução de microelementos**

H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>.....1 molar  
 MnCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O.....1 molar  
 ZnCl<sub>2</sub> ..... 1 molar  
 CuCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O.....1 molar  
 MoO<sub>3</sub> .....1 molar  
 Água destilada ..... 1 l

**Anexo 3**

As soluções nutritivas foram preparados de acordo com a tabela abaixo:

Tabela.4 . Preparação das soluções de macroelementos para o estudo dos efeitos das deficiências dos elementos nutrientes no desenvolvimento do amendoim e do feijão jugo (Número de mililitros de cada salino 1M, necessário para cada litro das soluções indicadas)

Soluções	KNO <sub>3</sub>	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	MgSO <sub>4</sub>	KCl	CaCl <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	NaNO <sub>3</sub>	Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	MgCl <sub>2</sub>
controle	2	2	3	2							
Menos K			3	2				2	2		
Menos Ca	2	2					2			3	
Menos Mg	2	2	3				2				
Menos N		2		2	2	3					
Menos P	2		3	2	2						
Menos S	2	2	3								2

Fonte: Meyer *et al.* (1963)

Nota: A cada litro da solução completa deve se juntar também 1 ml da solução de tartarato férrico (FeCl<sub>3</sub>) e 1 ml da solução de microelementos .

Anexo 4a. Tratamento Vs. media PSTP no amendoim (*Arachis hypogaea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	1.039	0.733	0.846	0.939	0.964	0.994	0.9394
6	5.763	3.7564	1.415	1.766	4.634	1.799	1.634
9	21.966	18.077	14.891	12.506	18.91	12.315	12.147
12	23.258	20.623	16.222	13.896	20.316	15.776	13.238
15	20.251	20.474	15.316	11.781	19.457	11.081	11.394

Anexo 4b. Tratamento Vs. media PSTP no feijão jugo (*Voandzeia subterranea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	0.821	0.822	0.738	1.088	1.144	0.635	0.716
6	1.795	1.172	0.9627	1.286	1.617	1.0243	1.148
9	3.099	1.804	1.528	1.639	2.687	1.657	1.706
12	17.886	13.493	11.342	8.978	10.529	8.97	9.171
15	17.435	13.409	8.116	8.2234	17.666	12.2863	8.024

Anexo 5a. Tratamento Vs. media do PSR no amendoim (*Arachis hypogaea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	0.198	0.218	0.255	0.246	0.236	0.201	0.262
6	0.192	0.189	0.298	0.345	0.34	0.295	0.278
9	0.267	0.231	0.387	0.386	0.389	0.407	0.256
12	0.308	0.298	0.437	0.381	0.363	0.413	0.317
15	0.322	0.385	0.513	0.469	0.476	0.402	0.437

Anexo 5b. Tratamento Vs. media PSR no feijão jugo (*Voandzeia subterranea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	0.178	0.171	0.181	0.121	0.136	0.127	0.12
6	0.263	0.219	0.211	0.159	0.162	0.137	0.204
9	0.309	0.181	0.42	0.276	0.191	0.177	0.297
12	0.265	0.236	0.428	0.434	0.393	0.346	0.392
15	0.475	0.398	0.456	0.498	0.325	0.911	0.904

Anexo 6a. Tratamento Vs. media do PSC no amendoim (*Arachis hypogaea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	0.242	0.191	0.232	0.26	0.212	0.226	0.236
6	1.706	0.949	1.654	1.231	0.85	0.698	0.648
9	1.689	1.244	1.942	1.521	1.267	1.081	1.85
12	1.941	1.604	2.05412	1.8654	1.534	1.328	1.908
15	2.31	1.863	2.315	1.909	2.572	2.198	2.486

Anexo 6b. Tratamento Vs. media PSC no feijão jugo (*Voandzeia subterranea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	0.161	0.083	0.077	0.151	0.29	0.065	0.132
6	0.234	0.092	0.285	0.295	0.165	0.157	0.186
9	0.64	0.251	0.521	0.452	0.342	0.223	0.208
12	0.741	0.548	0.687	0.542	0.573	0.571	0.72
15	1.32	0.824	1.0234	0.821	1.265	1.201	1.04

Anexo 7a. Tratamento Vs. media do PSF no amendoim (*Arachis hypogaea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	0.503	0.425	0.227	0.23	0.401	0.251	0.212
6	2.664	2.956	0.945	0.712	2.91	0.806	0.708
9	3.985	3.832	1.902	1.853	3.7541	1.471	1.716
12	4.645	4.214	2.356	1.877	4.452	1.673	1.861
15	3.432	3.865	2.046	1.706	3.401	1.557	1.59

Anexo 7b. Tratamento Vs. media PSF no feijão jugo (*Voandzeia subterranea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	0.598	0.424	0.368	0.156	0.491	0.122	0.174
6	1.104	1.228	0.61	0.551	1.262	0.601	0.537
9	2.252	1.958	0.953	0.993	2.154	0.856	0.892
12	4.021	3.942	1.425	1.248	4.201	1.188	1.147
15	3.424	3.124	0.962	0.954	3.425	1.011	0.965

Anexo 8a. Tratamento Vs. media do NV no amendoim (*Arachis hypogaea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
9	14	13	11	10	13	9	8
12	15	14	12	11	15	12	11
15	18	16	9	9	17	7	7

Anexo 8b. Tratamento Vs. media NV no feijão jugo (*Voandzeia subterranea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
12	17	14	13	13	16	12	9
15	17	15	8	6	14	5	5

Anexo 9a. Tratamento Vs. media do PSV no amendoim (*Arachis hypogaea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
9	16.78	15.3	12.6	9.23	15.321	9.356	8.325
12	17.236	16.32	13.214	10.32	16.235	12.362	9.152
15	15.325	16.023	10.042	6.597	12.418	5.924	5.881

Anexo 9b. Tratamento Vs. media PSV no feijão jugo (*Voandzeia subterranea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
12	13.275	13.231	5.462	4.956	13.651	4.562	4.115
15	12.822	14.241	6.659	5.954	12.2528	5.2635	5.0635

Anexo 10a. Tratamento Vs. media do NF no amendoim (*Arachis hypogaea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	7	7	5	5	7	5	7
6	16	15	13	12	15	13	13
9	20	19	17	17	21	17	16
12	24	23	22	20	22	19	18
15	26	24	22	19	24	20	19

Anexo 10b. Tratamento Vs. media NF no feijão jugo (*Voandzeia subterranea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	8	8	6	7	8	6	6
6	18	17	15	13	16	13	13
9	25	24	23	22	25	20	20
12	25	24	24	24	25	23	22
15	21	21	19	18	19	17	17

Anexo 11a. Tratamento Vs. media da AF no amendoim (*Arachis hypogaea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	145.2	125.4	79	89.7	102.3	85.8	76.7
6	325.6	315.2	221	161.7	378.5	185.8	135.2
9	425.3	435.2	275.8	241.2	455.3	267.5	255.4
12	485.4	452.6	321.2	302.3	475.2	278.4	264.5
15	435.6	421.8	298.3	300.1	435.8	294.9	296.2

Anexo 11b. Tratamento Vs. media AF no feijão jugo (*Voandzeia subterranea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	89.7	83.1	45.9	43.1	88.8	53.9	62.8
6	238.9	225.6	125.2	143.9	285.3	154.4	134.5
9	382.1	375.9	295.1	219.5	390.1	200.4	213.2
12	456.9	445.6	395.4	299.1	443.6	300.7	297.8
15	385.2	399.3	279.4	264.2	364.8	228.4	234.8

Anexo 12a. Tratamento Vs. media do NN no amendoim (*Arachis hypogaea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	1	2	2	1	1	2	2
6	14	15	23	14	21	25	26
9	30	28	11	20	17	22	36
12	34	52	46	30	30	29	35
15	46	36	51	54	45	43	42

Anexo 12b. Tratamento Vs. media NN no feijão jugo (*Voandzeia subterranea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	1	3	3	4	2	2	1
6	21	17	30	26	40	35	42
9	52	41	40	62	51	41	52
12	53	42	48	67	56	55	55
15	56	18	29	45	48	52	64

Anexo 13a. Tratamento Vs. %MS no amendoim (*Arachis hypogaea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	22.02671	15.48373	14.75153	16.93417	18.35841	20.2444	19.9152
6	38.54849	37.21301	20.70227	22.97385	34.251	24.66073	25.76068
9	80.231	73.00889	48.32002	48.59719	64.231	40.8756	40.83574
12	77.645	75.321	58.32201	46.27681	71.0021	46.12731	40.12609
15	65.123	64.23	47.34759	50.09142	69.231	48.2664	48.66527

Anexo 13b. Tratamento Vs. %MS no feijão jugo (*Voandzeia subterranea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	23.42368	23.94407	22.97634	36.93143	31.4978	21.40209	20.43962
6	40.47351	21.27042	19.63492	35.85169	20.25554	24.68788	28.3247
9	31.8565	20.05336	26.66667	23.37422	21.32201	25.13272	31.4586
12	48.88488	47.92399	48.55308	42.01217	35.55533	43.22892	46.09469
15	65.62159	51.70433	42.53	43.74149	61.79084	62.32904	47.88447

Anexo 14a. Tratamento Vs. RAF no amendoim (*Arachis hypogaea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	93.45525	100	93.38061	95.52716	97.71784	86.31791	81.64786
6	75.32	74.14013	156.1837	91.56285	91.50482	103.2796	113.0355
9	17.7274	20.93821	18.52125	21.48569	19.12745	21.72148	21.87371
12	17.30587	19.2746	21.95784	21.75446	19.59047	18.92115	22.47318
15	19.23806	17.55397	20.14886	25.85519	19.98767	26.61312	25.99614

**Anexo 14b.** Tratamento Vs. RAF no feijão jugo (*Voandzeia subterranea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	109.257	101.0949	75.74526	57.99632	77.62238	116.378	87.7095
6	133.0919	192.4915	192.3756	135.2255	133.1478	170.2626	143.2927
9	110.3904	175.1109	187.3691	152.227	119.1291	163.1865	160.1407
12	19.95415	25.61328	27.05872	33.31477	32.63368	34.41472	32.47192
15	18.07858	22.32083	35.65796	35.77596	17.25348	22.65938	34.24726

**Anexo 15a.** Tratamento Vs. RPR no amendoim (*Arachis hypogaea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	0.019	0.018	0.0132	0.02045	0.015634	0.012457	0.021146
6	0.012345	0.021341	0.022315	0.027012	0.014521	0.016245	0.020015
9	0.012155	0.024016	0.025989	0.0281	0.020571	0.024521	0.021075
12	0.013243	0.026014	0.026939	0.027418	0.017868	0.026179	0.023946
15	0.0159	0.028124	0.033494	0.03981	0.024464	0.036278	0.038354

**Anexo 15b.** Tratamento Vs. RPR no feijão jugo (*Voandzeia subterranea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	0.017854	0.012035	0.012421	0.012412	0.012412	0.018956	0.019212
6	0.018642	0.012413	0.014215	0.011245	0.015425	0.021457	0.024571
9	0.02322	0.027981	0.021321	0.017412	0.018651	0.034216	0.035421
12	0.034519	0.056604	0.072511	0.055988	0.05786	0.062312	0.064115
15	0.044522	0.084278	0.090838	0.056429	0.087186	0.074321	0.073125

**Anexo 16a.** Tratamento Vs. DR no amendoim (*Arachis hypogaea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	0.26	0.248214	0.3264	0.236392	0.2928	0.249333	0.213939
6	0.239355	0.158158	0.189524	0.168281	0.233861	0.18	0.183488
9	0.216667	0.133778	0.192128	0.164186	0.167619	0.180698	0.176889
12	0.21	0.165581	0.192553	0.165217	0.178837	0.162708	0.1704
15	0.206579	0.20525	0.207333	0.2	0.207143	0.212093	0.199149

**Anexo 16b.** Tratamento Vs. DR no feijão jugo (*Voandzeia subterranea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	0.18314	0.194	0.1392	0.157037	0.210455	0.168889	0.225357
6	0.221429	0.234286	0.209063	0.189063	0.236429	0.226667	0.196061
9	0.229375	0.224124	0.214595	0.167838	0.185625	0.173784	0.199444
12	0.226061	0.206061	0.20325	0.197209	0.206286	0.184634	0.171163
15	0.230286	0.230571	0.204667	0.2535	0.223	0.227778	0.267556

Anexo 17a. Tratamento Vs. TCA no amendoim (*Arachis hypogaea*)

SDS	CONTR	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	0.223667	0.121667	0.159333	0.190333	0.198667	0.208667	0.190467
6	1.574667	1.3452	0.189667	0.275667	1.29561	0.268333	0.231533
9	5.941201	4.773533	3.94572	3.58	4.95241	3.505333	3.504333
12	0.430667	0.848667	0.443667	0.463333	0.468667	1.153667	0.363667
15	-1.00233	-0.00075	-0.302	-0.705	0.008974	-1.565	-0.61467

Anexo 17b. Tratamento Vs. TCA no feijão jugo (*Voandzeia subterranea*)

SDS	CONTR	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	0.013214	0.133	0.105	0.221667	0.130214	0.070667	0.097667
6	0.76214	0.562453	0.234124	0.321422	0.546121	0.129767	0.144
9	0.95487	0.89561	0.512041	0.495721	0.945621	0.56412	0.4512
12	4.929	3.896333	2.956412	2.446333	4.685412	2.437667	2.488333
15	-0.15033	-0.028	-1.07533	-0.25153	-0.12212	-0.12341	-0.38233

Anexo 18a. Tratamento Vs. RPRPA no amendoim (*Arachis hypogaea*)

Trat	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	0.0214	0.041	0.0247	0.03412	0.02412	0.04127	0.0124
6	0.101242	0.124154	0.13204	0.1021	0.095	0.10914	0.0524
9	0.089447	0.099125	0.191111111	0.208311	0.141244	0.10956	0.149184
12	0.084499	0.092719	0.185483871	0.202983	0.105156	0.2011	0.170339
15	0.093823	0.13438	0.196457212	0.167142	0.139959	0.157215	0.168726

Anexo 18b. Tratamento Vs. RPRPA no feijão jugo (*Voandzeia subterranea*)

TRAT	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	0.0124	0.0254	0.04121	0.024121	0.05213	0.01547	0.05312
6	0.10141	0.106854	0.11021	0.152421	0.172124	0.1452	0.14625
9	0.143587	0.102957907	0.175412	0.181214	0.142142	0.140924	0.1632
12	0.130121	0.11212412	0.134215	0.175421	0.112015	0.120343	0.1915
15	0.138727	0.127400768	0.154124	0.201201	0.094891	0.109955	0.20121

Anexo 19a. Tratamento Vs. RPV no amendoim (*Arachis hypogaea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
9	0.637514	0.647181	0.58975	0.532756	0.628941	0.52397	0.510079
12	0.616629	0.608433	0.543786	0.527499	0.63319	0.579804	0.473583
15	0.544734	0.608869	0.490859	0.510683	0.475567	0.501524	0.495952

Anexo 19b. Tratamento Vs. RPV no feijão jugo (*Voandzeia subterranea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
12	0.508594	0.60421	0.51579	0.475415	0.558303	0.44968	0.487749
15	0.703311	0.517607	0.394311	0.385501	0.724736	0.385141	0.417597

Anexo 20a. Tratamento Vs. TAA no amendoim (*Arachis hypogaea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	0.00154	0.00097	0.002017	0.002122	0.001942	0.002432	0.002483
6	0.004836	0.004268	0.000858	0.001705	0.003423	0.001444	0.001713
9	0.013969	0.010969	0.014306	0.014842	0.010877	0.013104	0.013721
12	0.000887	0.001875	0.001381	0.001533	0.000986	0.004144	0.001375
15	-0.0023	-1.8E-06	-0.00101	-0.00235	2.06E-05	-0.00531	-0.00208

Anexo 20b. Tratamento Vs. TAA no feijão jugo (*Voandzeia subterranea*)

SDS	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	0.000147	0.0016	0.002288	0.005143	0.001466	0.001311	0.001555
6	0.00319	0.002493	0.00187	0.002234	0.001914	0.00084	0.001071
9	0.002499	0.002383	0.001735	0.002258	0.002424	0.002815	0.002116
12	0.010788	0.008744	0.007477	0.008179	0.010562	0.008107	0.008356
15	-0.00039	-7E-05	-0.00385	-0.00095	-0.00033	-0.00054	-0.00163

Anexo 21a . Tratamento Vs. TCR Total do Amendoim (*Arachis hypogaea*)

TRAT	CONTR	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	0.202346	0.11542	0.224192277	0.293575	0.2141	0.269953	0.246469
6	0.937185	1.02011	0.7521001	0.521003	0.945	0.621	0.5214
9	0.019606	0.046947	0.029794283	0.037049	0.024784	0.09368	0.029939
12	-0.0431	-0.00241	-0.018616693	-0.05073	-0.01409	-0.0992	-0.04643
15	-0.051	-0.00412	-0.023145	-0.06142	-0.01425	-0.08542	-0.06241

Anexo 21b . Tratamento Vs. TCR Total do Feijão jugo (*Voandzeia subterranea*)

TRAT	CONTR.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos Ca	Menos Mg	Menos S
3	0.0214	0.01241	0.014122	0.013201	0.012412	0.0214	0.01101
6	0.0895	0.099544937	0.077802	0.051322	0.097506	0.07524	0.085611
9	0.14026	0.116777531	0.12332	0.071792	0.132738	0.127278	0.109027
12	0.275579	0.288767015	0.288426	0.272481	0.248267	0.271758	0.271326
15	-0.00862	-0.00208815	-0.1325	-0.03059	-0.0078	-0.02141	-0.04765

