

Bio - 258



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
Faculdade de Ciências
Departamento de Ciências Biológicas

Tese de Licenciatura

Tema: Efeito do Cloreto de Sódio (NaCl) no crescimento do Feijão Nhemba (*Vigna unguiculata*) e Feijão Jugo (*Vigna subterranea*).

Autor: Milton José Maurício Zavale



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
Faculdade de Ciências
Departamento de Ciências Biológicas

Tese de Licenciatura

Tema: Efeito do Cloreto de Sódio (NaCl) no crescimento do Feijão Nhemba (*Vigna unguiculata*) e Feijão Jugo (*Vigna subterranea*).

Autor: Milton José Maurício Zavale

Supervisor: Prof. Dr. Orlando Quilambo

Co-Supervisores: dra. Célia Martins

dr. Alexandre Siteo

Maputo, Setembro de 2005

AGRADECIMENTOS

- Em primeiro lugar, ao nosso Deus, pela vida e benção;
- Ao Departamento de Ciências Biológicas e em particular ao grupo de Fisiologia Vegetal, pelo apoio moral e científico;
- Aos meus supervisores Prof. Dr. Orlando Quilambo, dra. Célia Martins e dr. Alexandre Siteo, pelo imenso e diversificado apoio e, a enorme paciência na transmissão dos seus conhecimentos;
- Aos senhores Siteo e Helena do laboratório de Fisiologia Vegetal, pela ajuda e paciência ao longo da experiência;
- A todos os meus colegas, em especial ao Osvaldo, Vubil e Eurídice pelo apoio científico e moral prestados;
- Ao meu colega Sérgio Gomane pelo particular apoio científico e moral prestados;
- Aos trabalhadores do viveiro de plantas do D.C.B. e à família Lipassula, pelo apoio e paciência;
- Aos trabalhadores da biblioteca pela paciência e compreensão;
- A todos meus amigos, em especial ao Senito, Edgar, Verito e Agostinho pelo apoio moral prestados;
- A toda a minha família, em especial a tia Maria Luisa e ao primo David pelo particular e incansável apoio;
- Aos meus pais e meus irmãos pelo amor, carinho e apoio moral ao longo da minha vida e carreira estudantil;
- A minha namorada Clementina pela paciência, amor e carinho;
- Finalmente a todos aqueles não mencionados mas que directa ou indirectamente contribuíram para a realização deste trabalho.

DEDICATÓRIA

Dedico o presente trabalho

À memória do meu pai Maurício da Cruz Filimão

E a minha mãe Argentina José Filimão

DECLARAÇÃO

Declaro por minha honra que este trabalho é da minha autoria e que os dados apresentados são o resultado do trabalho de campo e laboratorial por mim efectuados.

(Milton José Maurício Zavale)

RESUMO

O presente trabalho foi realizado na estufa do Viveiro de plantas do Departamento de Ciências Biológicas, no Campus Principal da Universidade Eduardo Mondlane, entre os meses de Setembro e Novembro de 2004.

O objectivo principal desta experiência foi: “Estudar o efeito do Cloreto de Sódio (NaCl) no crescimento do Feijão Nhemba (*Vigna unguiculata*) e Feijão Jugo (*Vigna subterranea*)”.

O Feijão Jugo (*Vigna subterranea*) e o Feijão Nhemba (*Vigna unguiculata*) são dicotiledóneas da família Fabaceae e pertencem ao mesmo género (*Vigna*). Estas são culturas com enorme importância alimentar, nas regiões áridas e semi-áridas da África e Ásia.

Para a experiência, foram usadas 90 sementes de cada espécie, subdivididas por 5 tratamentos sendo o primeiro o controle e os restantes, quatro concentrações diferentes do sal NaCl. As concentrações de NaCl usadas foram: 5 mM, 10 mM, 50 mM e 100 mM.

No laboratório, a amostragem foi feita por análise destrutiva de 6 plantas de cada tratamento, de 4 em 4 semanas após o início da experiência. As plantas foram separadas em raiz, caule e folhas. De seguida foram medidos todos os parâmetros de crescimento.

Os pesos fresco e seco totais do feijão Nhemba não foram afectados pelas concentrações de 5 mM, 10 mM e 50 mM de NaCl. Ao contrário, os pesos fresco e seco totais do feijão Jugo, só não foram afectados pela concentração de 5 mM de NaCl.

A Taxa de crescimento relativo (TCR), Taxa assimilação aparente (TAA), Razão da área foliar (RAF) e Razão do peso seco da folha (RPsF), para o feijão Nhemba e, Taxa de crescimento relativo (TCR), Taxa assimilação aparente (TAA), Razão da área foliar (RAF), Razão do peso seco da raiz (RPsR) e Razão do peso da raiz pela parte aérea (RPR/A) para o feijão Jugo, sofreram influência negativa do NaCl, durante a experiência enquanto que o comprimento da raiz, número de nódulos e de folhas, Taxa de crescimento absoluto (TCA), Razão do peso seco da raiz (RPsR) e Razão do peso da raiz pela parte aérea (RPR/A), para o feijão Nhemba e, comprimento da raiz, área das folhas, Taxa de crescimento absoluto (TCA) e Razão do peso seco da folha (RPsF) para o feijão Jugo, no geral foram positivamente afectadas por baixas concentrações de NaCl.

O feijão Nhemba apresentou-se mais tolerante ao efeito do NaCl em relação ao feijão Jugo.

GLOSSÁRIO

cm² – Centímetro quadrado

cm³ – Centímetro cúbico

d -Dia

g – gramas

ml – mililitros

A. Foliar – Área foliar

C.Caule – Comprimento do caule

C.Raiz – Comprimento da raiz

DR - Densidade da Raiz

IT - Índice de Tolerância

NaCl – Cloreto de Sódio

N Folhas – Número de folhas

PfC – Peso fresco do caule

PfF – Peso fresco da folha

PfR – Peso fresco da raiz

PsC – Peso seco do caule

PsF – Peso seco da folha

PsR – Peso seco da raiz

RAF - Razão da Área Foliar

RPF - Razão do Peso Seco das Folhas

RPR - Razão do Peso Seco da Raiz

RPR/A - Razão do peso Seco da Raiz Pela parte Aérea

TAA - Taxa de Assimilação Aparente

TCA - Taxa de Crescimento Absoluto

TCR - Taxa de Crescimento Relativo

V. R – Volume da raiz

ÍNDICE

Título	Página
1. Introdução	1
1.1. Objectivos	4
1.2. Hipóteses	4
1.3. Importância do estudo	4
2. Material e Métodos	5
2.1. Material e Equipamento experimental	5
2.1.1. Solo, material vegetal e soluções	5
2.2. Condições de crescimento	6
2.3. Metodologia	7
2.3.1. Antes da sementeira	7
2.3.2. Durante a sementeira e experiência	7
2.3.3. Na colheita	8
2.3.4. No laboratório	8
3. Análise dos resultados	10
4. Análise Estatística	12
5. Resultados	13
5.1. Análise visual	13
5.2. Efeito do NaCl no crescimento da raiz, caule e folhas	13
5.2.1. Peso fresco total	13
5.2.2. Peso seco total	14
5.2.3. Peso fresco da raiz	16
5.2.4. Peso seco da raiz	17
5.2.5. Comprimento da raiz	19
5.2.6. Volume da raiz	21
5.2.7. Peso fresco do caule	23
5.2.8. Peso seco do caule	24
5.2.10. Peso fresco das folhas	25
5.2.11. Peso seco das folhas	27

5.2.12. Número de folhas	29
5.2.13. Área foliar	30
5.3. Efeito do NaCl na nodulação	32
5.4. Efeito do NaCl na Taxa de Crescimento Relativo (TCR)	34
5.5. Efeito do NaCl na Taxa de Crescimento Absoluto (TCA)	35
5.6. Efeito do NaCl na Razão da Área Foliar (RAF)	37
5.7. Efeito do NaCl na Taxa de Assimilação Aparente (TAA)	38
5.8. Efeito do NaCl na Razão do Peso Seco da Folha (RPsF)	40
5.9. Efeito do NaCl na Razão do Peso Seco da Raíz (RPsR)	42
5.10. Efeito do NaCl na Razão do Peso Seco da Raíz pela parte Aérea (RPR/A)	44
5.11. Índice de tolerância	46
6. Discussão	48
6.1. Efeito do NaCl no crescimento da raíz, caule e folhas	48
6.1.1. Raíz	48
6.1.2. Caule	50
6.1.3. Folhas	50
6.2. Efeito do NaCl na nodulação	52
6.3. Efeito do NaCl na Taxa de Crescimento Relativo (TCR) e Taxa de Crescimento Absoluto (TCA)	52
6.4. Efeito do NaCl na Razão da Área Foliar (RAF)	53
6.5. Efeito do NaCl na Taxa de Assimilação Aparente (TAA)	53
6.6. Efeito do NaCl na Razão do Peso Seco da Folha (RPsF)	54
6.7. Razão do Peso Seco da Raíz (RPsR)	54
6.8. Efeito do NaCl na Razão do Peso Seco da Raíz pela parte Aérea (RPR/A)	54
6.9. Índice de tolerância	55
7. Conclusão	56
8. Limitações no trabalho	57
9. Recomendações	57
10. Referências bibliográficas	58
11. Anexos	61

1. INTRODUÇÃO

A salinidade é um problema que atinge cerca de 45 dos 230 milhões de hectares da área irrigada do globo terrestre, trazendo sérios prejuízos para a produção agrícola, principalmente nas regiões áridas e semi-áridas, onde cerca de 25% da área irrigada já se encontra salinizada (FAO, 2000).

A maioria da água da superfície da terra é do mar, que contem cerca de 3 % de Cloreto de Sódio (aproximadamente 0.5 mol.l^{-1}). Nas regiões costeiras dos mares, ocorrem habitats salinos que ocupam largas extensões que formam pântanos nas regiões temperadas e lodoçais de mangais, nas regiões tropicais. Muitas regiões se tomam salinas devido à irrigação feita pelo Homem, nos campos cultivados (Street e Helgi, 1991).

Habitats salinos são aqueles nos quais a concentração de NaCl é igual ou superior a 0.5 % (Street e Helgi, 1991) ou aqueles com elevadas concentrações de sal solúvel disponível (Salisbury e Ross, 1992).

Um nível de salinidade elevado, prejudica vários processos fisiológicos e bioquímicos, principalmente a assimilação de nitratos, influenciando o crescimento das plantas (Gouia *et al.*, 1994 citados por Silveira *et al.*, 2001; Street e Helgi, 1991; Mohr e Schopfer, 1995). Elas não só estão expostas ao stress salino, como também as raízes podem estar expostas ao stress osmótico, hídrico e a uma baixa pressão de oxigénio (McKersie e Leshem, 1994). O efeito osmótico da salinidade no crescimento das plantas, está relacionado com a disponibilidade de água ou potencial de água do solo (Pessaraki e Szabolcs, 1999; Salisbury e Ross, 1992).

A sensibilidade das plantas a vários níveis de salinidade é grandemente dependente da espécie de planta, assim como do estágio de desenvolvimento da planta (Hanseinbuiller, 1978 e Donahue, 1983 citados por Evangelon e McDonald Jr., 1999; Mass e Grieve, 1994 citados por Salah *et al.*, 2004).

Feijão Jugo (*Vigna subterranea*) - O Feijão Jugo é uma cultura indígena da África ocidental, sendo actualmente encontrada também na África tropical, Ásia, Austrália e América do sul e central (Daisy e Kay, 1979 citados por Machava, 2000; Williams *et al.*, 1990 citado por Siteo,

2003; Duko, 1996 citado por Baryeh, 2000). Pertence a família Fabaceae e subfamília Papilionoidea (Purseglove, 1968; Linnemann, 1994).

Esta cultura é herbácea anual, com caules rastejantes muito ramificados, com enraizamento nos nós e com entrenós muito curtos. As folhas jovens são glabras, lanceoladas a aproximadamente elípticas (Purseglove, 1968; Linnemann, 1994). Os frutos (vagens) desenvolvem-se no subsolo, são redondos, enrugados quando maduros. As sementes são redondas, macias, muito variáveis em tamanho e cor (esbranquiçada, vermelha, preta e com variadas manchas) (Purseglove, 1968).

O feijão Jugo cresce em solos inférteis e arenosos (Concil, 1979; Linnemann, 1994; Kumaga *et al.*, 1994 citados por Machava, 2000) de regiões de clima quente e seco. Esta situação, contudo, pode ser limitante para o desenvolvimento de outros legumes e amêndoas subterrâneas (Purseglove, 1968).

O Feijão Jugo é cultivado não só pela sua semente comestível, mas também por ser um legume nutritivo. A semente madura contém proteínas (16-21 %), gorduras (4.5-6.5 %) e carboidratos (5-60 %), providenciando um alimento balanceado (Purseglove, 1968).

É igualmente uma fonte importante de proteína (42 a 60 %) (Collison *et al.*, 1996 e 1997 citado por Levi, 2004).

A propagação do feijão Jugo é feita por sementes (Purseglove, 1968).

Na África Tropical, o Feijão Jugo ocupa o terceiro lugar, em termos de produção anual, sendo o Amendoim (*Arachis hypogaea*), o primeiro e o Feijão Nhemba (*Vigna unguiculata*), o segundo (Linnemann, 1994).

Esta cultura é considerada, em Moçambique, a segunda leguminosa mais importante em termos de área cultivada e produz bons rendimentos em solos de áreas pobres onde a precipitação é irregular (Magaia, 2001 citado por Siteo, 2003)

Feijão Nhemba (*Vigna unguiculata*) - O Feijão Nhemba é uma cultura que tem origem na África e Ásia e está igualmente distribuída pelas regiões tropicais e subtropicais. Pertence a família Fabaceae e subfamília Papilionoidea (Purseglove, 1968)

Esta cultura é uma herbácea anual, erecta, prostrada ou trepadora, glabra ou com muito poucos pêlos. Ela possui raízes fortes, estreitas e muito espalhadas lateralmente na superfície do solo; nódulos largos e globulares, com o tamanho de pequenas ervilhas (Purseglove, 1968).

As vagens não possuem mais de 30 cm de comprimento e são lineares. As sementes são muito variáveis em tamanho (2-12 mm), forma (globular, oval, lisa, rugosa) e cor (branca, amarelada, verde, vermelha, castanha ou preta, com várias manchas ou pintas) (Purseglove, 1968).

Em algumas áreas dos trópicos semi-húmidos, esta cultura oferece mais de metade das proteínas na dieta humana (Phillips e Baker, 1987 citado por Rangel *et al.*, 2004; Singh e Rachie, 1985). Esta é considerada como componente principal da dieta das populações pobres de zonas áridas (Singh e Rachie, 1985).

Em alguns países como Nigéria, esta cultura é também usada para produção de fortes fibras a partir do pedúnculo (Purseglove, 1968).

O Feijão Nhemba pode crescer sob várias condições. É sensível ao frio, tolerando o calor, condições relativamente secas e solos com condições adversas. Desenvolve-se com sucesso em solos bem drenados (Purseglove, 1968).

O legume seco contém aproximadamente 11 % de água, 23.4 % de proteínas, 1.3 % de gordura, 56.8 % de carboidratos e 3.9 de fibras. A vagem fresca contém aproximadamente 86.2 % de água, 3.4 % de proteínas, 0.3 % de gordura, 7.4.8 % de carboidratos e 1.8 % de fibras (Purseglove, 1968).

1.1. OBJECTIVOS

Geral

- Estudar o efeito do Cloreto de Sódio (NaCl) no desenvolvimento do Feijão Nhemba (*Vigna unguiculata*) e Feijão Jugo (*Vigna subterranea*).

Específicos

- Determinar as taxas de crescimento das plantas submetidas a diferentes concentrações de NaCl
- Analisar a correlação entre alguns parâmetros de crescimento das plantas do feijão Nhemba e do feijão Jugo.
- Analisar as diferenças nos parâmetros de crescimento das plantas, nos diferentes tratamentos com NaCl.

1.2. HIPÓTESES

Hipótese: Há redução da taxa de crescimento relativo das plantas submetidas a diferentes concentrações de NaCl, sendo o Feijão Nhemba a cultura com maior redução no crescimento que o Feijão Jugo.

Hipótese nula: Não há diferenças entre os diferentes parâmetros de crescimento das plantas submetidas a diferentes concentrações de NaCl.

1.3. IMPORTÂNCIA DO ESTUDO

O feijão Jugo e o feijão Nhemba são fontes alimentares importantes, tanto para o Homem, assim como para animais herbívoros, principalmente nas zonas costeiras onde a seca e a salinidade podem ser factores importantes na redução do seu crescimento.

Com este trabalho pretende-se contribuir, para o conhecimento de respostas a várias perguntas que possam surgir no cultivo e crescimento destas culturas em condições de salinidade (com NaCl), tais como o porquê da sua baixa ou elevada produção.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material e Equipamento experimental

- Balanças analíticas
- Estufa de secagem a 80^o C
- 180 vasos
- 200 sementes de Feijão Nhemba e 200 de Feijão Jugo
- Placas de petri
- Medidor da área foliar
- Papel absorvente
- Proveta graduada
- Água da torneira
- Mangueira
- Bisturi
- Marcadores
- Pás
- Tesouras
- Réguas
- Termómetro
- Cartuchos de papel
- Pipetas
- Copos
- Balde

2.1.1. Solo, material vegetal e soluções

O solo usado na experiência foi colhido no recinto do Campus Universitário Principal da U.E.M., no campo de futebol adjacente ao viveiro de plantas. Segundo Levi (2003) este solo apresenta as seguintes características:

- Textura

- Areia – 95.28 %
- Argila – 1.91 %
- Limo – 2.81 %

- pH

- H₂O – 6.08
- KCl – 4.50
- Condutividade eléctrica – 0.031 ms/cm

- Nitrogénio

- N-total – 0.03 %

- Fósforo

- P-total – 1.39 %

- Matéria orgânica

- Mo – 0.7 %
- C – 0.16 %

- Bases T

- Ca²⁺ - 2 me/100g
- Mg²⁺ - 0.4 me/100g
- K⁺ - 0.07 me/100g

O material vegetal consistia de 200 sementes de Feijão Nhemba (*Vigna unguiculata*) e 200 de Feijão Jugo (*Vigna subterranea*).

Foram usadas soluções de NaCl com as concentrações de 5 mM, 10 mM, 50 mM e 100 mM, que foram preparadas a partir de sal NaCl e água destilada.

2.2. Condições de crescimento

Os vasos foram, durante toda a experiência, mantidos numa estufa cuja radiação fotossintética era medida em três períodos do dia (9, 12 e 15 horas), apresentando os seguintes valores (valor médio ± desvio padrão): 9:00 horas - $47.11 \pm 24.40 \mu\text{mol.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$, 12:00 horas - $61.22 \pm 31.31 \mu\text{mol.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e 15:00 horas - $51.98 \pm 21.43 \mu\text{mol.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$

2.3. Metodologia

A experiência foi realizada na estufa do Viveiro de plantas do Departamento de Ciências Biológicas, no Campus Principal da Universidade Eduardo Mondlane entre os meses de Setembro a Novembro de 2004.

2.3.1. Antes da sementeira

- De forma a se proceder a pré-germinação, as 200 sementes de feijão Nhemba e 200 de feijão Jugo foram colocadas em caixas de petri contendo papel absorvente humedecido e foram seladas, durante 72 horas.

2.3.2. Durante a sementeira e experiência

- Após a pré-germinação, foram escolhidas 90 sementes que apresentavam uma radícula com aproximadamente 2 mm de comprimento (nas caixas de petri), de cada espécie e, foram individualmente semeadas em cada vaso contendo solo. Os vasos foram continuamente regados com água da torneira durante 7 dias de modo a permitir a adaptação das plantas ao novo meio;
- No 8º dia, os vasos foram separados em 5 grupos de 18 (para cada espécie) e foram devidamente rotulados com as seguintes designações **controle**, **5 mM**, **10 mM**, **50 mM** e **100 mM**, tendo-se em conta a solução com que cada grupo foi regado durante a experiência.
- A rega era feita de dois em dois dias durante 3 meses;
- A humidade dos vasos foi mantida a capacidade do campo (usando-se o volume de 250 ml, em cada rega). Durante toda a experiência, um dos grupos foi regado com água da torneira (controle) e, os vasos que foram regados com as soluções salinas eram alternadamente regados com água, obedecendo ao esquema: duas regas consecutivas, com solução salina e, a terceira rega com água da torneira, seguindo-se um ciclo constante, até ao fim da experiência; esta medida tinha em vista evitar um stress salino precoce;

2.3.3. Na colheita

- Para evitar danificar as raízes da planta, o vaso foi colocado no interior de um balde contendo água para encharcar o solo, retirando-se as raízes intactas e sem solo aderente;
- Depois de retirar a planta do vaso, ela foi colocada sobre papel absorvente para enxugá-la.
- A colheita obedeceu o seguinte plano, para cada espécie:

Tabela 1: Plano de colheita

Tratamento	Número de plantas colhidas na Semana 4	Número de plantas colhidas na Semana 8	Número de plantas colhidas na Semana 12
Controle	6	6	6
5 mM	6	6	6
10 mM	6	6	6
50 mM	6	6	6
100 mM	6	6	6
Total	30	30	30

2.3.4. No laboratório

➤ A planta foi dividida em raiz, caule e folhas e foram feitas medições isoladamente:

❖ Raiz

- Comprimento (usando uma régua)
- Volume (usando-se uma proveta graduada e água, fazendo-se a variação do volume depois de colocá-la no interior)
- Peso fresco (após a colheita) e seco (após uma secagem por 48 horas numa estufa a 80^o C), usando-se uma balança analítica

❖ Caule

- Peso fresco (após a colheita) e seco (após uma secagem por 48 horas numa estufa a 80^o C), usando-se uma balança analítica

❖ Folhas

- Número de folhas
 - Peso fresco (após a colheita) e seco (após uma secagem por 48 horas numa estufa a 80^o C), usando-se uma balança analítica
 - Área foliar (usando o LI-3100 Area Meter modelo LI-COR, in Lincoln. Nebraska. USA)
-
- ❖ Nódulos
 - Número de nódulos

3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

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

➤ Taxa de Crescimento Relativo (TCR)

$$TCR = \Delta P / \Delta t * 1/P \quad (\text{Fitter e Hay, 1981; Doddema e Quilambo, 2000})$$

Onde:

ΔP ... Diferença entre peso fresco e peso seco da planta

Δt ... Diferença entre o tempo final e inicial da experiência

P ... Peso seco da planta

➤ Taxa de Crescimento Absoluto (TCA)

$$TCA = \Delta P / \Delta t \quad (\text{Fitter e Hay, 1981})$$

Onde:

ΔP ... Diferença entre peso fresco e peso seco da planta

Δt ... Diferença entre o tempo final e inicial da experiência

➤ Razão da Área Foliar (RAF)

$$RAF = AF / PsF \quad (\text{Fitter e Hay, 1981})$$

Onde:

AF ... Área da folha

PsF ... Peso seco da folha

➤ Taxa de Assimilação Aparente (TAA)

$$TAA = TCR / RAF \quad (\text{Fitter e Hay, 1981})$$

Onde:

TCR ... Taxa de Crescimento Relativo

RAF ... Razão da Área Foliar

➤ Razão do Peso Seco das Folhas (RPsF)

$$\text{RPsF} = \text{PsF} / \text{P} \quad (\text{Fitter e Hay, 1981})$$

Onde:

PsF ... Peso Seco da Folha

P ... Peso seco total da planta

➤ Razão do Peso Seco da Raiz (RPsR)

$$\text{RPsR} = \text{PsR} / \text{P} \quad (\text{Fitter e Hay, 1981})$$

Onde:

PsR ... Peso Seco da Raiz

P ... Peso seco total da planta

➤ Razão do peso Seco da Raiz Pela parte Aérea (RPR/A)

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

Onde:

PsR ... Peso Seco da Raiz

PsF ... Peso Seco da Folha

➤ Índice de Tolerância (IT) da Planta

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

Onde: Pss ... Peso seco em condições de stress

Psi ... Peso seco em óptimas condições de irrigação

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados usando o pacote estatístico, STATISTIX.

O teste de Análise de Variância (ANOVA – One Way) (Fowler e Cohen, 1996) foi usado para analisar a diferença nos parâmetros de crescimento das plantas nos diferentes tratamentos.

O teste de Regressão Linear Simples foi usado para analisar a correlação entre os diferentes parâmetros de crescimento, nos diferentes tratamentos.

Segundo Fowler e Cohen (1996), a correlação pode ser positiva ou negativa e pode também ser:

- Muito fraca – Entre 0.00 e 0.19
- Fraca – Entre 0.20 e 0.39
- Moderada – Entre 0.40 e 0.69
- Forte – Entre 0.70 e 0.89
- Muito forte – Entre 0.90e 1.00

5. RESULTADOS

5.1. Análise Visual

Na segunda semana da experiência, nas plantas do Feijão Nhemba começaram a aparecer nas folhas, manchas cloróticas (amareladas) e orifícios causados por insectos. Nas plantas de Feijão Jugo começaram a aparecer manchas esbranquiçadas e igualmente orifícios criados por insectos, nas folhas. As manchas esbranquiçadas apareciam também no caule.

Na terceira semana iniciou-se a aplicação de Cipermetrina (insecticida) e Enxofre (fungicida). O fungicida era aplicado uma vez por semana e o insecticida era aplicado uma vez, de duas em duas semanas.

5.2. Efeito do NaCl no crescimento da raiz, caule e folhas

5.2.1. Peso fresco total

Nas plantas de feijão Nhemba (Figura 1), notou-se um aumento contínuo do peso fresco total nos tratamentos controle, 5 mM e 10 mM. As plantas do tratamento 50 mM aumentaram e as do tratamento 100 mM mostraram uma redução do peso fresco total, somente até a semana 8, dado não terem sobrevivido até a última colheita.

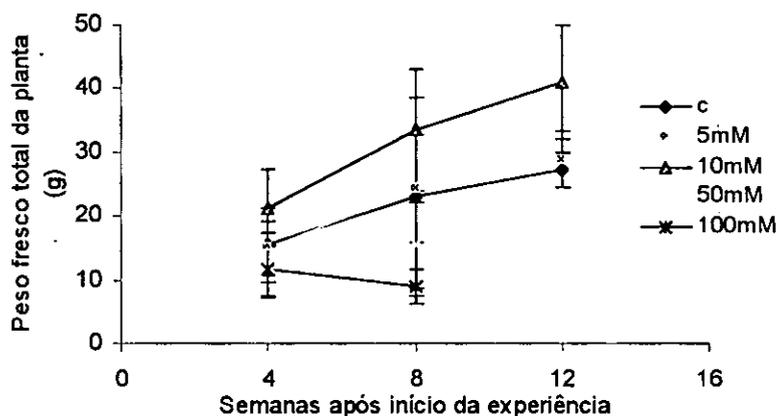


Figura 1: Efeito do NaCl no peso fresco total do Feijão Nhemba. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

O peso fresco total do Feijão Nhemba mostrou diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) entre os diferentes tratamentos mas notou-se a existência de três grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si, sendo o primeiro grupo constituído pelos tratamentos controle e 5 mM, o segundo pelo tratamento 10 mM e o terceiro por 50 mM e 100 mM.

As plantas de feijão Jugo (Figura 2) do tratamento controle mostraram um aumento contínuo do peso fresco total. As plantas do tratamento 5 mM mantiveram o peso fresco total aproximadamente constante, até a segunda colheita mas aumentaram até a semana 12; as plantas do tratamento 10 mM aumentaram o peso fresco total, até a segunda colheita e, mostraram uma redução, na última colheita. As plantas regadas com as concentrações de 50 mM e 100 mM não sobreviveram até a segunda colheita.



Figura 2: Efeito do NaCl no peso fresco total do Feijão Jugo. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Os diferentes tratamentos do Feijão Jugo mostraram diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) entre eles e, notou-se a existência de dois grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si, sendo o primeiro grupo constituído pelos tratamentos controle, 50 mM e 100 mM e o segundo, pelos tratamentos 5 mM, 10 mM, 50 mM e 100 mM

5.2.2. Peso seco total

O peso seco total das plantas de feijão Nhemba (Figura 3) aumentou continuamente nos tratamentos controle, 5 mM e 10 mM, até a última colheita. No tratamento 50 mM houve um

ligeiro aumento do peso seco total enquanto no tratamento 100 mM verificou-se uma diminuição, na semana 8. À semelhança do peso fresco, as plantas destes dois tratamentos não sobreviveram até a última colheita.

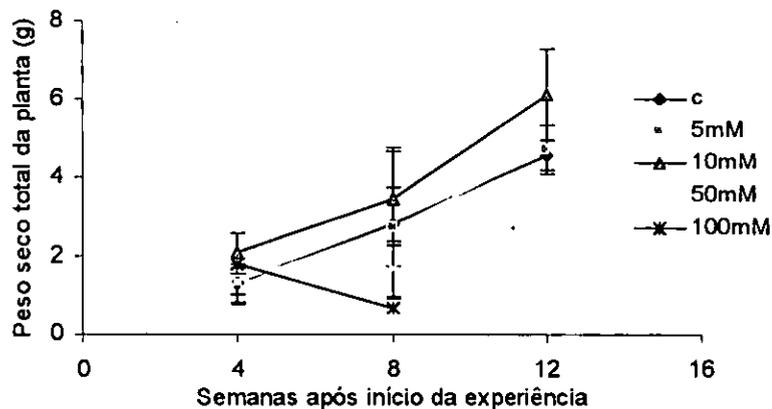


Figura 3: Efeito do NaCl no peso seco total do Feijão Nhemba. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Diferenças estatisticamente significativas (ANOVA, $p < 0.05$) foram notadas entre os tratamentos do Feijão Nhemba mas, notou-se a existência de dois grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si. O primeiro grupo é constituído pelos tratamentos controle, 5 mM e 10 mM e o segundo, pelos tratamentos 50 mM e 100 mM.

As plantas do feijão Jugo (Figura 4) dos tratamentos controle e 5 mM aumentaram continuamente o peso seco total até a última colheita. As plantas do tratamento 10 mM aumentaram o peso seco total, até a segunda colheita e, mostraram uma redução na última colheita. Nos tratamentos 50 mM e 100 mM, as plantas não sobreviveram para além da primeira colheita.

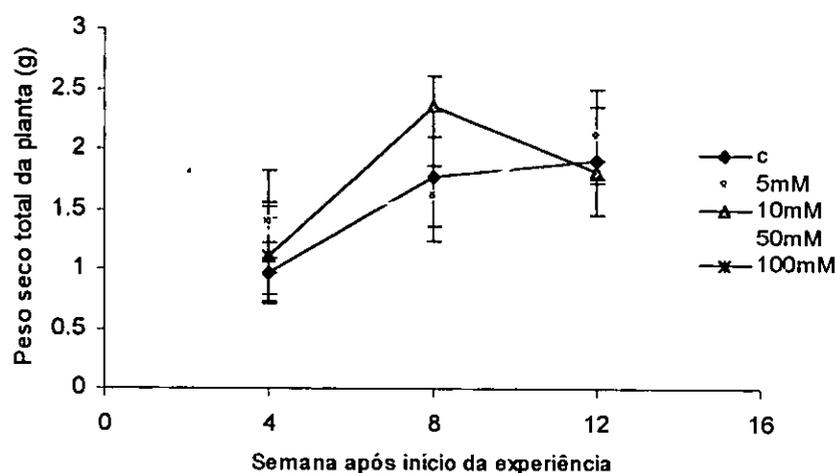


Figura 4: Efeito do NaCl no peso seco total do Feijão Jugo. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

O peso seco total do Feijão Jugo não mostrou diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) entre os diferentes tratamentos.

5.2.3. Peso fresco da raiz

Todas as plantas de feijão Nhemba (Figura 5), com a exceção das plantas de 100 mM, mostraram um aumento do peso fresco das raízes, até a semana 8; na última colheita, verificou-se uma diminuição, nos tratamentos controle e 5 mM e um aumento no tratamento 10 mM. As plantas dos tratamentos 50 mM e 100 mM não sobreviveram até a semana 12.

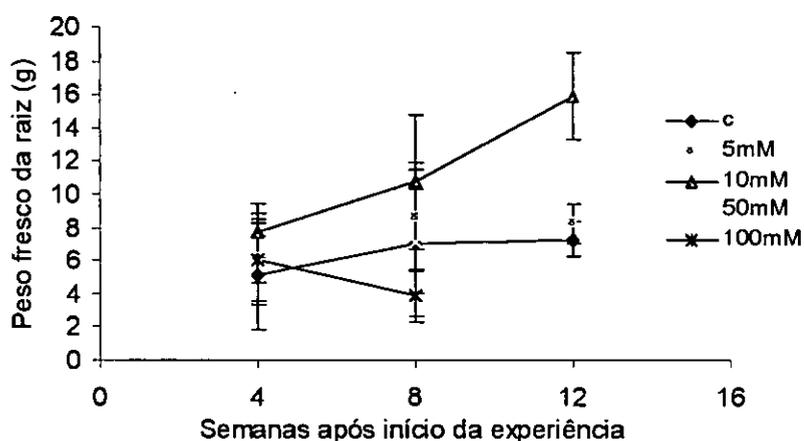


Figura 5: Efeito do NaCl no peso fresco da raiz do Feijão Nhemba. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Os diferentes tratamentos do feijão Nhemba mostraram diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) e notou-se a existência de três grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si, sendo o primeiro grupo constituído pelos tratamentos controle, 5 mM e 50 mM, o segundo por 10 mM e o terceiro por controle, 50 mM e 100 mM.

As plantas de feijão Jugo do tratamento 5 mM mantiveram o peso fresco da raiz constante (Figura 6) até a semana 8, tendo aumentado ligeiramente na semana 12; as plantas do controle aumentaram continuamente e, as plantas do tratamento 10 mM aumentaram, da primeira à segunda colheita e diminuíram da segunda à terceira colheita. Nos tratamentos 50 mM e 100 mM não houve sobrevivência das plantas para além da primeira colheita.



Figura 6: Efeito do NaCl no peso fresco da raiz do Feijão Jugo. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Os diferentes tratamentos do Feijão Jugo mostraram diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) e notou-se a existência de dois grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si, sendo o primeiro grupo constituído pelos tratamentos controle, 10 mM, 50 mM e 100 mM e o segundo, pelos tratamentos 5 mM, 10 mM e 100 mM.

5.2.4. Peso seco da raiz

Nas plantas do feijão Nhemba (Figura 7), verificou-se um aumento contínuo do peso seco da raiz, nos tratamentos controle, 5 mM e 10 mM, até a última colheita. O tratamento 50 mM

aumentou e o tratamento 100 mM que mostrou uma redução do peso seco da raiz na segunda colheita, tendo-se notado a sobrevivência destas plantas apenas até a segunda colheita.

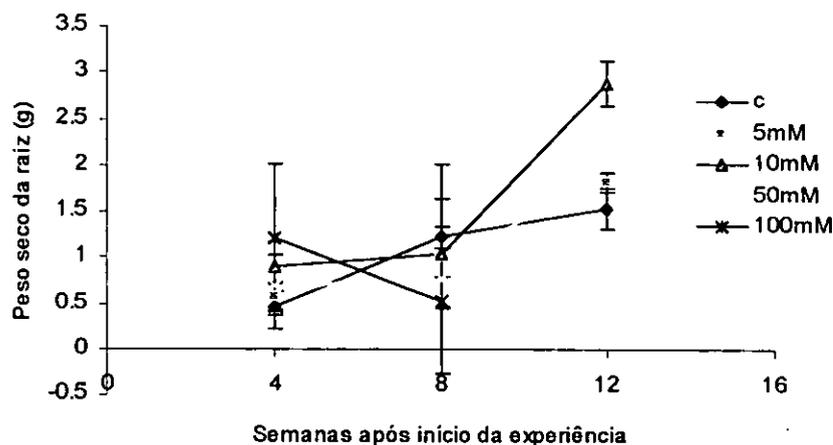


Figura 7: Efeito do NaCl no peso seco da raiz do Feijão Nhemba. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

O peso seco da raiz do Feijão Nhemba mostrou diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) nos diferentes tratamentos mas notou-se a existência de dois grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si, sendo o primeiro grupo constituído pelos tratamentos controle, 5 mM, 50 mM e 100 mM e o segundo, pelo tratamento 10 mM.

As plantas do feijão Jugo (Figura 8) nos tratamentos controle, 5 mM e 10 mM, apresentam um aumento do peso seco da raiz, da semana 4 à semana 8. Da semana 8 à semana 12, as plantas dos tratamentos 5 mM e 10 mM mostram uma redução e as do controle mantiveram o peso seco da raiz aproximadamente constante. Verificou-se a mortalidade de todas as plantas dos tratamentos 50 mM e 100 mM, antes da segunda colheita.



Figura 8: Efeito do NaCl no peso seco da raiz do Feijão Jugo. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Não houve diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) entre os diferentes tratamentos do feijão Jugo, para o peso seco da raiz.

5.2.5. Comprimento da raiz

As plantas dos tratamentos controle e 10 mM do feijão Nhemba, diminuíram o comprimento da raiz (Figura 9), na segunda colheita, as de 100 mM aumentaram e as de 5 mM e 50 mM mantiveram-no aproximadamente constante. Na terceira colheita, as plantas dos tratamentos controle e 5 mM reduziram-no e as de 10 mM, aumentaram o comprimento da raiz, tendo-se verificado a morte das plantas dos tratamentos 50 mM e 100 mM antes da terceira colheita.

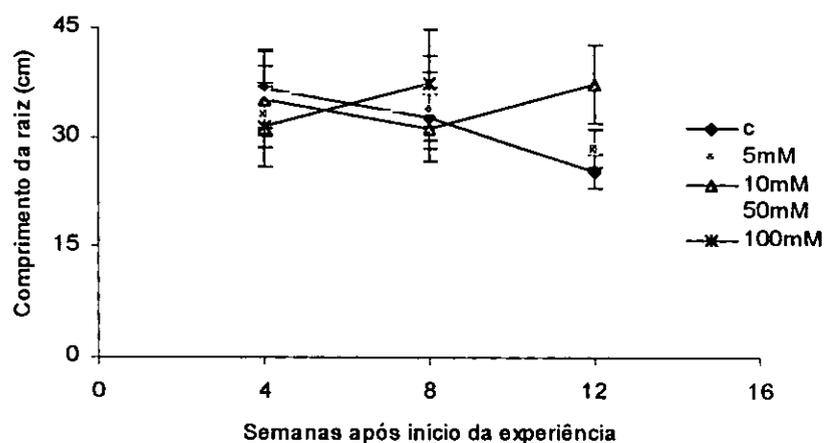


Figura 9: Efeito do NaCl no comprimento da raiz do Feijão Nhemba. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Os diferentes tratamentos do Feijão Nhemba mostraram diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) entre si mas notou-se a existência de dois grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si, sendo o primeiro grupo constituído pelos tratamentos controle, 5 mM, 10 mM e 100 mM e o segundo, pelos tratamentos 10 mM, 50 mM e 100 mM.

Nas plantas do feijão Jugo (Figura 10), notou-se um aumento contínuo do comprimento da raiz, nos tratamentos 5 mM e 10 mM, até a terceira colheita. No tratamento controle notou-se um aumento do comprimento da raiz, somente até a segunda colheita, tendo havido uma redução, na terceira colheita. Nos tratamentos 50 mM e 100 mM as plantas não sobreviveram até a segunda colheita, apesar de terem apresentado valores de comprimento da raiz superior aos dos restantes tratamentos.

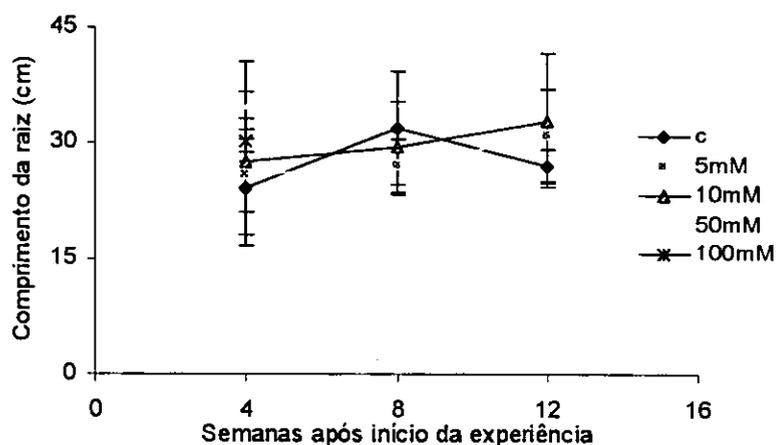


Figura 10: Efeito do NaCl no comprimento da raiz do Feijão Jugo. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Diferenças estatisticamente significativas (ANOVA, $p < 0.05$) foram mostradas pelos diferentes tratamentos do feijão Jugo mas, notou-se a existência de dois grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si. O primeiro grupo é constituído pelos tratamentos controle, 5 mM, 10 mM e 50 mM e o segundo, pelos tratamentos 50 mM e 100 mM.

5.2.6. Volume da raiz

As plantas dos tratamentos controle, 5mM e 50mM de feijão Nhemba, mostraram um aumento do volume da raiz (Figura 11) e as de 10 mM e 100 mM mostraram uma redução, até a segunda colheita. As plantas do controle e 5 mM mostraram uma redução e as de 10 mM aumentaram o volume da raiz, na terceira colheita, não tendo havido colheita de plantas nos tratamentos 50 mM e 100 mM, devido a sua morte depois da segunda colheita.



Figura 11: Efeito do NaCl no volume da raiz do Feijão Nhemba. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Os diferentes tratamentos do feijão Nhemba mostraram diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$); notou-se a existência de dois grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si, sendo o primeiro grupo constituído pelos tratamentos controle, 5 mM, 50 mM e 100 mM e o segundo, pelo tratamento 10 mM.

As plantas de feijão Jugo dos tratamentos controle e 10 mM aumentaram o volume da raiz e as plantas do tratamento 5 mM diminuíram, até a segunda colheita (Figura 12). Na última colheita, as plantas do controle e 5 mM aumentaram o volume da raiz e as de 10 mM reduziram; as plantas dos tratamentos 50 mM e 100 mM morreram antes da segunda colheita.



Figura 12: Efeito do NaCl no volume da raiz do Feijão Jugo. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Os diferentes tratamentos do feijão Jugo não mostraram diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) ente si.

5.2.7. Peso fresco do caule

As plantas de feijão Nhemba (Figura 13), dos tratamentos controle, 5 mM e 10 mM aumentaram continuamente os pesos frescos do caule, até a última colheita. Os tratamentos 50 mM e 100 mM não sobreviveram para além da segunda colheita.



Figura 13: Efeito do NaCl no peso fresco do caule do Feijão Nhemba. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Os tratamentos de feijão Nhemba mostraram diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) mas, notou-se a existência de três grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si, sendo o primeiro grupo constituído pelos tratamentos controle e 5 mM, o segundo por controle e 10 mM e, o terceiro pelos tratamentos 50 mM e 100 mM.

As plantas dos tratamentos controle e 10 mM do feijão Jugo aumentaram o peso fresco do caule na segunda colheita e reduziram na terceira colheita (Figura 14). As plantas de 5 mM mantiveram aproximadamente constante o seu peso fresco do caule na segunda colheita e aumentaram na terceira colheita. Nos tratamentos 50 mM e 100 mM houve mortalidade de todas as plantas, após a primeira colheita, não se tendo efectuado a segunda colheita.

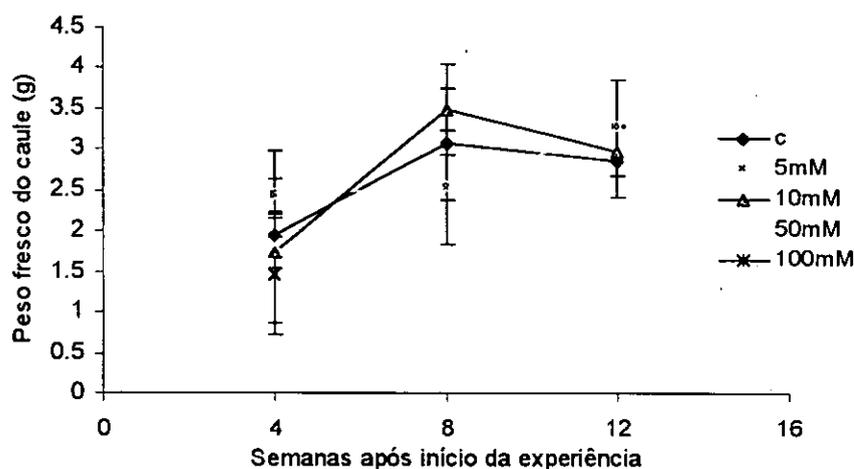


Figura 14: Efeito do NaCl no peso fresco do caule do Feijão Jugo. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Os diferentes tratamentos do feijão Jugo mostraram diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) entre si mas notou-se a existência de dois grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si. O primeiro grupo é constituído pelos tratamentos controle, 5 mM e 10 mM e o segundo, pelos tratamentos 50 mM e 100 mM.

5.2.8. Peso seco do caule

As plantas dos tratamentos controle, 5 mM e 10 mM de feijão Nhemba (Figura 15) aumentaram continuamente os pesos frescos do caule, até a última colheita. Os tratamentos 50 mM e 100 mM não sobreviveram para além da segunda colheita.

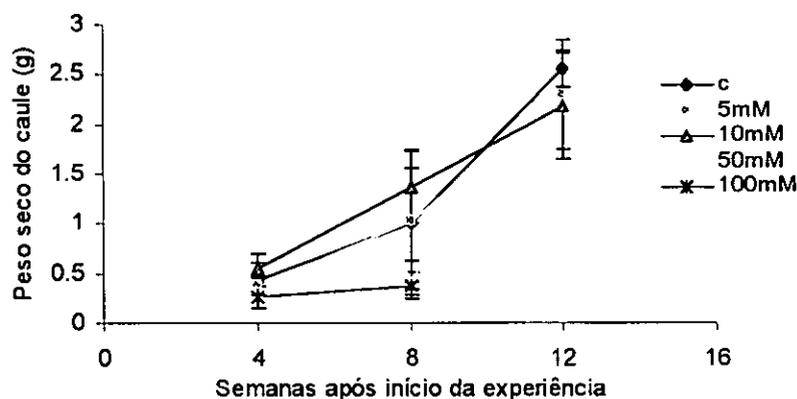


Figura 15: Efeito do NaCl no peso seco do caule do Feijão Nhemba. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

O peso seco do caule do feijão Nhemba mostrou diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) entre os diferentes tratamentos mas, notou-se a existência de dois grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si. O primeiro grupo é constituído pelos tratamentos controle, 5 mM e 10 mM e o segundo, pelos tratamentos 50 mM e 100 mM.

Nas plantas do **feijão Jugo**, verificou-se um aumento dos pesos secos dos caules de todos os tratamentos, até a última colheita (Figura 16), com exceção das plantas de 50 mM e 100 mM que não sobreviveram para além da primeira colheita.



Figura 16: Efeito do NaCl no peso seco do caule do Feijão Jugo. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

O peso seco do caule do Feijão Jugo mostrou diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) entre os tratamentos de feijão Jugo; notou-se a existência de dois grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si, sendo o primeiro grupo constituído pelos tratamentos controle, 5 mM e 10 mM e o segundo, pelos tratamentos 50 mM e 100 mM.

5.2.9. Peso fresco das folhas

As plantas do **feijão Nhemba** de todos os tratamentos mostraram um aumento do peso fresco das folhas, até a semana 8, com a exceção das de 100 mM onde houve uma diminuição (Figura

17). Na última colheita todos os tratamentos mostraram uma redução do peso fresco das folhas, exceptuando os tratamentos 50 mM e 100 mM onde não houve sobrevivência das plantas.

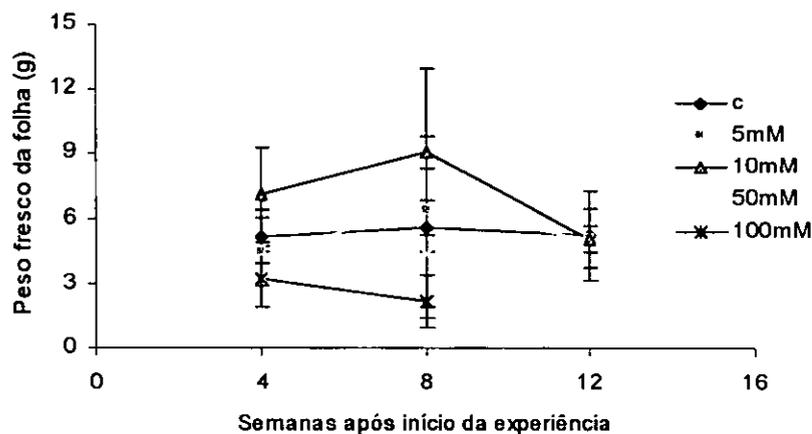


Figura 17: Efeito do NaCl no peso fresco da folha do Feijão Nhemba. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

O peso fresco da folha do feijão Nhemba mostrou diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) entre os diferentes tratamentos e notou-se a existência de três grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si, sendo o primeiro grupo constituído pelos tratamentos controle, 5 mM e 50 mM, o segundo pelo tratamento 10 mM e o terceiro pelos tratamentos 50 mM e 100 mM.

As plantas do controle do feijão Jugo (Figura 18) aumentaram o peso fresco das folhas até a última colheita; as plantas de 5 mM mantiveram aproximadamente constante o peso fresco das folhas até a segunda colheita e aumentaram na última e as de 10mM aumentaram na segunda mas reduziram na última colheita. Nos tratamentos 50 mM e 100 mM houve morte de todas as plantas, após a primeira colheita.

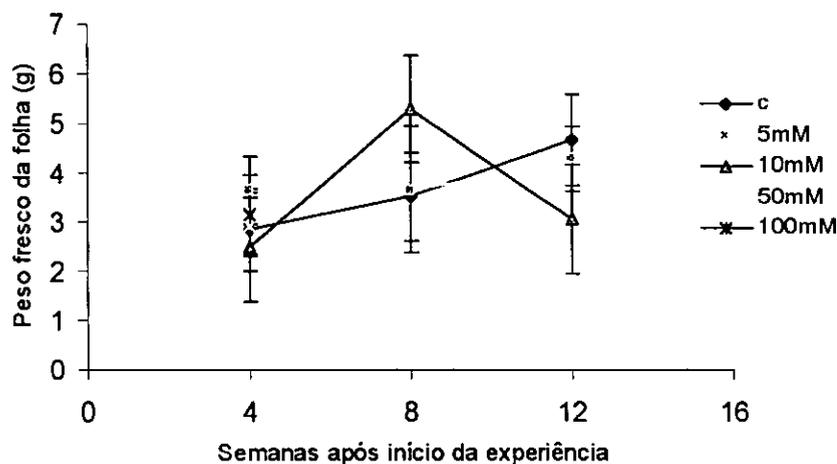


Figura 18: Efeito do NaCl no peso fresco da folha do Feijão Jugo. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Não houve diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) entre os diferentes tratamentos do feijão Jugo.

5.2.10. Peso seco das folhas

Todas as plantas do feijão Nhemba (Figura 19) mostraram um aumento do peso seco das folhas, até a segunda colheita, com a exceção das de 100 mM onde houve uma diminuição. Na terceira colheita os tratamentos controle e 5 mM mostraram redução do peso seco das folhas e 10 mM mantiveram o peso seco das folhas aproximadamente constante. Nos tratamentos 50 mM e 100 mM não houve sobrevivência das plantas até a terceira colheita.



Figura 19: Efeito do NaCl no peso seco da folha do Feijão Nhemba. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Os diferentes tratamentos do feijão Nhemba, mostraram diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) e, notou-se a existência de três grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si. O primeiro grupo é constituído pelos tratamentos controle, 5 mM e 50 mM, o segundo pelo tratamento 10 mM e o terceiro pelos tratamentos controle, 50 mM e 100 mM.

Para o feijão Jugo (Figura 20), verificou-se um aumento do peso seco das folhas nos tratamentos controle, 5 mM, até a última colheita. No tratamento 10 mM houve aumento do peso seco das folhas, até a segunda colheita e redução da segunda a terceira colheita. As plantas dos tratamentos 50 mM e 100 mM morreram antes de se efectuar a segunda colheita.



Figura 20: Efeito do NaCl no peso seco da folha do Feijão Jugo. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Diferenças estatisticamente significativas (ANOVA, $p < 0.05$) foram mostradas pelos diferentes tratamentos do Feijão Jugo mas notou-se a existência de dois grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si. O primeiro grupo é constituído pelos tratamentos controle, 5 mM, 10 mM e 50 mM e o segundo, pelos tratamentos 50 mM e 100 mM.

5.2.11. Número de folhas

As plantas dos tratamentos controle, 5 mM e 10 mM do feijão Nhemba (Figura 21) aumentaram o número de folhas e as dos tratamentos 50 mM e 100 mM diminuíram-no, até a semana 8. Até a semana 12, as plantas do controle aumentaram, as de 5mM reduziram e as plantas do tratamento 10mM mantiveram aproximadamente constante o número de folhas. As plantas dos tratamentos 50 mM e 100 mM não sobreviveram até a terceira colheita.

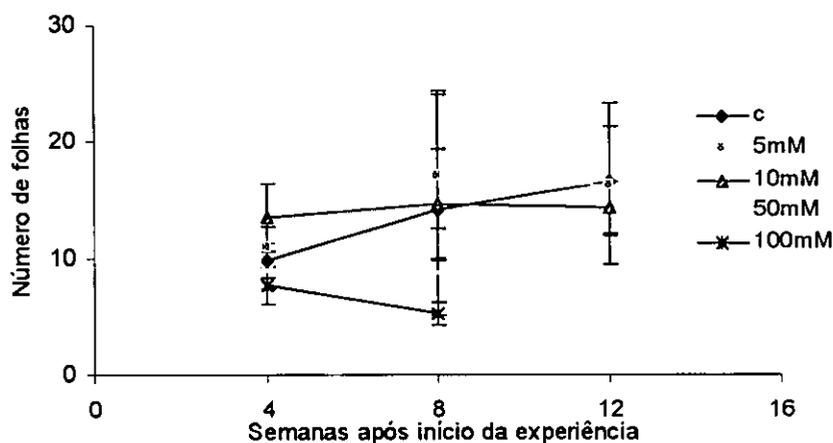


Figura 21: Efeito do NaCl no número de folhas do Feijão Nhemba. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Os diferentes tratamentos mostraram diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) mas, notou-se a existência de dois grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si, sendo o primeiro grupo constituído pelos tratamentos controle, 5 mM e 10 mM e o segundo, pelos tratamentos 50 mM e 100 mM.

As plantas do feijão Jugo (Figura 22) dos tratamentos controle e 5 mM mostraram um aumento do número de folhas até a última colheita. Nas plantas do tratamento 10 mM houve aumento do número de folhas até a segunda colheita e uma diminuição, na última colheita. As plantas dos tratamentos 50 mM e 100 mM morreram antes da segunda colheita.



Figura 22: Efeito do NaCl no número de folhas do Feijão Jugo. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

O número de folhas do feijão Jugo mostrou diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) entre os diferentes tratamentos mas notou-se a existência de três grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si. O primeiro grupo é constituído pelo tratamento controle, o segundo pelos tratamentos 5 mM e 10 mM e o terceiro pelos tratamentos controle, 50 mM e 100 mM.

5.2.12. Área foliar

Todas as plantas do feijão Nhemba (Figura 23) mostraram um aumento da área das suas folhas, até a segunda colheita, exceptuando as de 100 mM onde houve uma diminuição. Na terceira colheita, todos os tratamentos mostraram uma redução da área das folhas, exceptuando nos tratamentos 50 mM e 100 mM onde houve sobrevivência das plantas, até a última colheita.

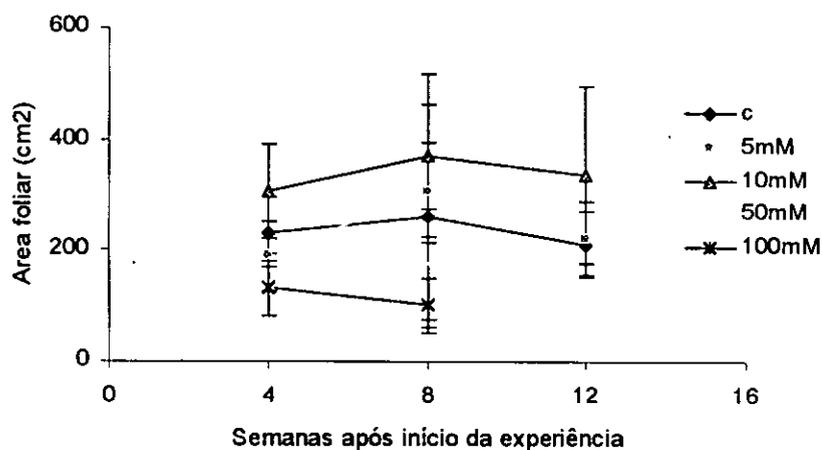


Figura 23: Efeito do NaCl na área foliar do Feijão Nhemba. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Os diferentes tratamentos do feijão Nhemba mostraram diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) mas notou-se a existência de três grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si. O primeiro grupo é constituído pelos tratamentos controle e 5 mM, o segundo pelo tratamento 10 mM e o terceiro, pelos tratamentos controle, 50 mM e 100 mM.

A correlação entre o peso seco da folha e a área da folha do feijão Nhemba é positiva em todos os tratamentos e, tende a aumentar com o aumento da concentração de NaCl (anexo 14), atingindo valores de $r = 0.9343$ (muito forte) para o tratamento 100 mM.

As plantas dos tratamentos controle e 10 mM do feijão Jugo (Figura 24) aumentaram a área das folhas e, as de 5 mM diminuíram, até a segunda colheita. Até a última colheita, as plantas do controle e 5 mM aumentaram e as de 10 mM diminuíram a área das folhas. As plantas dos tratamentos 50 mM e 100 mM não sobreviveram para além da primeira colheita.



Figura 24: Efeito do NaCl na área foliar do Feijão Jugo. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

A área foliar do feijão Jugo mostrou diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) entre os diferentes tratamentos mas notou-se a existência de dois grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si, sendo o primeiro grupo constituído pelos tratamentos controle, 5 mM, 10 mM e 50 mM e o segundo, pelos tratamentos 5 mM, 10 mM, 50 mM e 100 mM.

As plantas do feijão Jugo apresentaram correlação positiva em todos os tratamentos, entre o peso seco da folha e a área da folha, aumentando com o aumento da concentração de NaCl (anexo 15), chegando a atingir valores de $r = 0.9626$ (muito forte) para o tratamento 100 mM.

5.3. Efeito do NaCl na nodulação

As plantas de feijão Nhemba (Figura 25) de todos os tratamentos, mostraram um aumento do número de nódulos até a segunda colheita, com a exceção dos tratamentos 100 mM onde houve diminuição. Na terceira colheita os tratamentos controle e 5 mM mostraram um aumento do número de nódulos e as plantas do tratamento 10 mM mostraram uma diminuição. As plantas dos tratamentos 50 mM e 100 mM não sobreviveram até a última colheita.

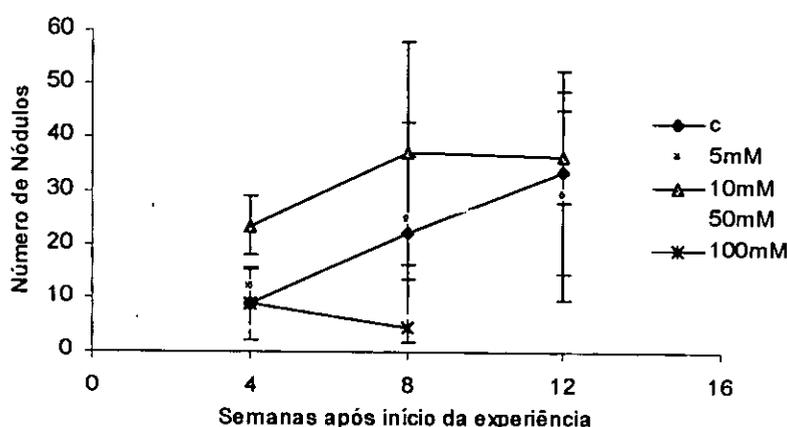


Figura 25: Efeito do NaCl no número de nódulos do Feijão Nhemba. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Os diferentes tratamentos do feijão Nhemba, mostraram diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) mas notou-se a existência de três grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si. O primeiro grupo é constituído pelos tratamentos controle e 5 mM, o segundo pelo tratamento 10 mM e o terceiro, pelos tratamentos controle, 50 mM e 100 mM.

Nos tratamentos controle, 5 mM e 10 mM do feijão Jugo (Figura 26) houve aumento do número de nódulos, até a segunda colheita e uma redução na última colheita. As plantas dos tratamentos 50 mM e 100 mM não sobreviveram para além da semana 8.

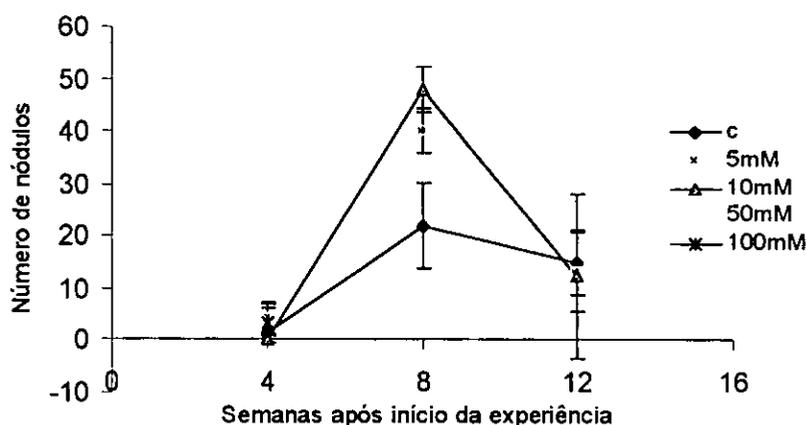


Figura 26: Efeito do NaCl no número de nódulos do Feijão Jugo. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Os diferentes tratamentos do feijão Jugo mostraram diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) entre si e notou-se a existência de dois grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si. O primeiro grupo é constituído pelos tratamentos controle, 5 mM e 10 mM e o segundo, pelos tratamentos controle, 50 mM e 100 mM.

5.4. Efeito do NaCl na Taxa de Crescimento Relativo (TCR)

Nos tratamentos controle, 5 mM e 10 mM do feijão Nhemba, as plantas mostraram redução contínua da TCR (Figura 27), até a última colheita. No tratamento 100 mM houve aumento e no tratamento 50 mM a TCR manteve-se aproximadamente constante, na segunda colheita, tendo as plantas destes dois tratamentos não sobrevivido até a última colheita.

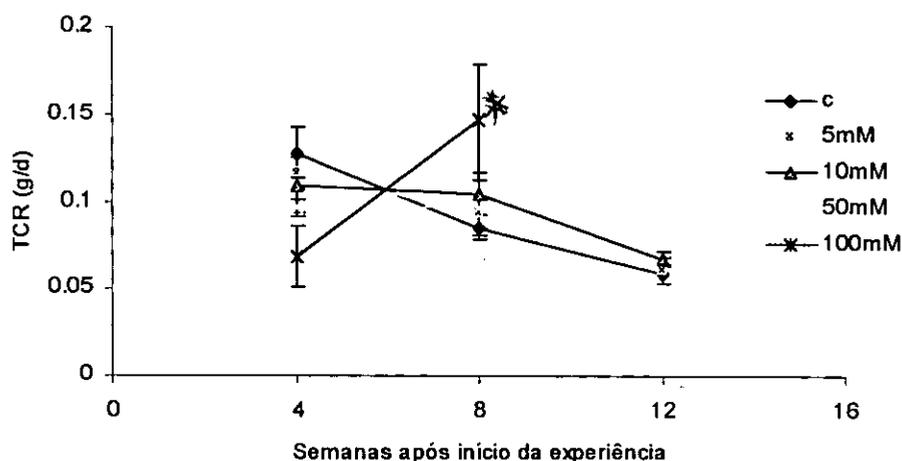


Figura 27: Efeito do NaCl na TCR do Feijão Nhemba. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Os diferentes tratamentos do Feijão Nhemba mostraram diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) entre si mas notou-se a existência de dois grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si. O primeiro grupo é constituído pelos tratamentos controle, 5 mM, 10 mM e 50 mM e o segundo, pelo tratamento 100 mM.

A correlação entre os parâmetros Taxa de Crescimento Relativo e Área Foliar mostrou-se positiva, muito fraca, em todos os tratamentos do feijão Nhemba (exceptuando 5 mM e 10 mM onde não houve correlação), como mostrado nas tabelas do anexo 14.

Da primeira a segunda colheita, todos os tratamentos do feijão Jugo mostraram redução da TCR (Figura 28), com exceção de 50 mM e 100 mM que não sobreviveram para além da primeira colheita. Na terceira colheita, o controle mostrou um aumento e os tratamentos 5 mM e 10 mM continuaram a reduzir a sua TCR.

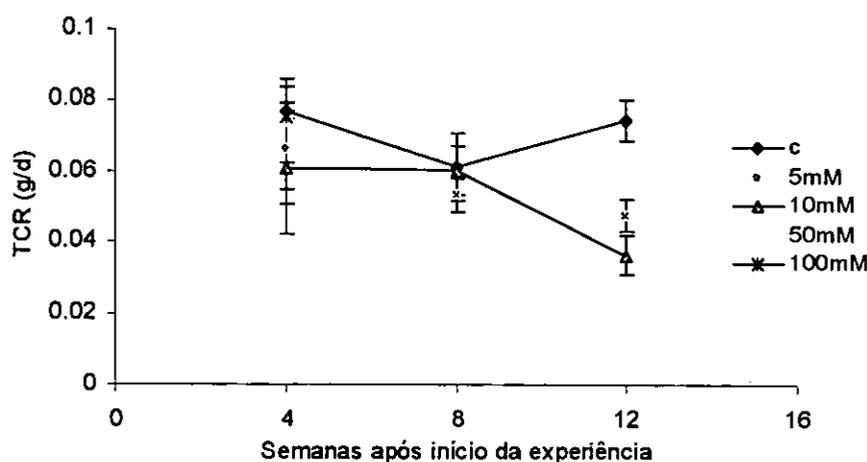


Figura 28: Efeito do NaCl na TCR do feijão Jugo. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

A TCR do feijão Jugo mostrou diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) entre os diferentes tratamentos mas, notou-se a existência de dois grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si. O primeiro grupo é constituído pelos tratamentos controle, 50 mM e 100 mM e o segundo, pelos tratamentos 5 mM e 10 mM.

Em todos os tratamentos do feijão Jugo, a correlação entre os parâmetros Taxa de Crescimento Relativo e Área Foliar mostrou-se positiva, sendo muito fraca nos tratamentos controle, 5 mM e 10 mM, moderada no tratamento 50 mM e muito forte no tratamento 100 mM (anexo 15).

5.5. Efeito do NaCl na Taxa de Crescimento Absoluto (TCA)

Nas plantas do feijão Nhemba notou-se um aumento contínuo da TCA em todos os tratamentos (Figura 29), com exceção de 100 mM onde se notou uma redução na segunda colheita. As plantas dos tratamentos 50 mM e 100 mM não sobreviveram até a última colheita.

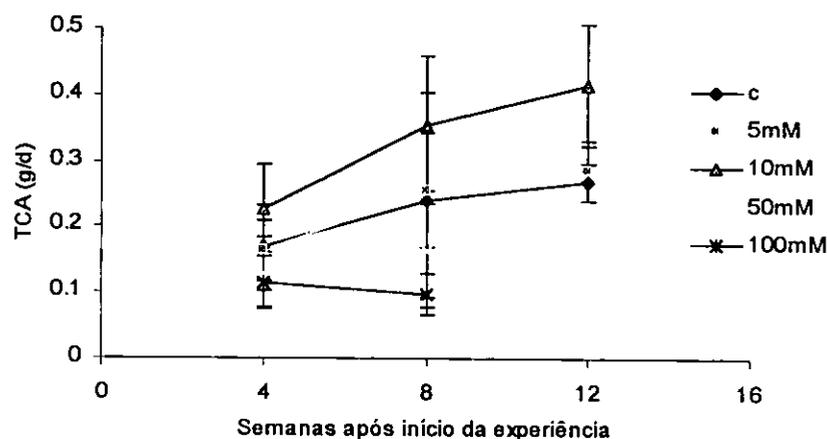


Figura 29: Efeito do NaCl na TCA do feijão Nhemba. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Os diferentes tratamentos do feijão Nhemba mostraram diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) entre si mas notou-se a existência de três grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si. O primeiro grupo é constituído pelos tratamentos controle e 5 mM, o segundo pelo tratamento 10 mM e o terceiro, pelos tratamentos controle, 50 mM e 100 mM.

Nos tratamentos controle e 10 mM do feijão Jugo, houve aumento da TCA (Figura 30) e no tratamento 5 mM houve redução, até a segunda colheita. Na terceira colheita, os tratamentos controle e 5 mM aumentaram a TCA e o tratamento 10 mM reduziu. As plantas dos tratamentos 50 mM e 100 mM morreram antes de se efectuar a segunda colheita.

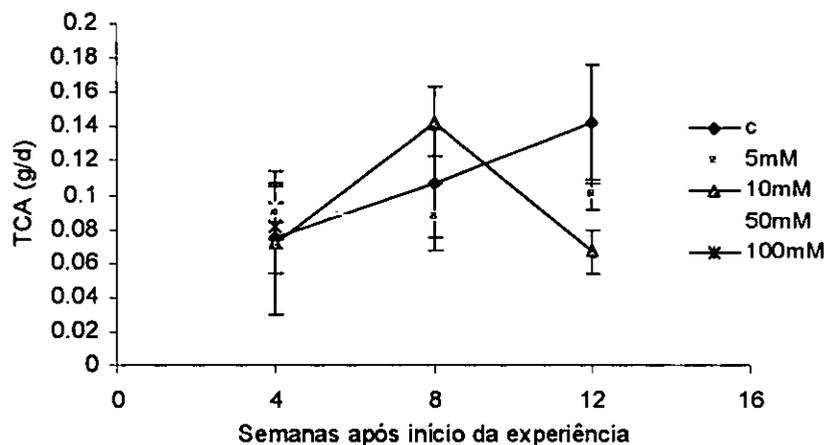


Figura 30: Efeito do NaCl na TCA do Feijão Jugo. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Diferenças estatisticamente significativas (ANOVA, $p < 0.05$) foram mostradas pelos diferentes tratamentos do feijão Jugo mas notou-se a existência de dois grupos homogêneos. O primeiro grupo é constituído pelos tratamentos controle, 50 mM e 100 mM e o segundo, pelos tratamentos 5 mM, 10 mM, 50 mM e 100 mM.

5.6. Efeito do NaCl na Razão da Área Foliar (RAF)

Nos tratamentos controle, 10 mM e 100 mM do feijão Nhemba, a RAF reduziu, no tratamento 50 mM, aumentou (Figura 31), na segunda colheita. Até a segunda colheita o tratamento 5 mM manteve a RAF aproximadamente constante. Na terceira colheita, a RAF diminuiu nos tratamentos 5 mM e 10 mM e no controle, aumentou, tendo havido mortalidade de todas as plantas dos tratamentos 50 mM e 100 mM.

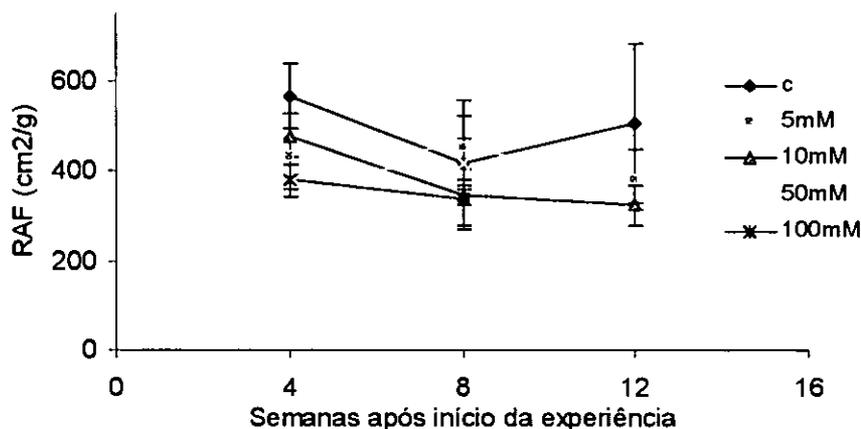


Figura 31: Efeito do NaCl na RAF do Feijão Nhemba. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Os diferentes tratamentos do feijão Nhemba, mostraram diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) mas, notou-se a existência de dois grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si. O primeiro grupo é constituído pelo tratamento controle e o segundo, pelos tratamentos 5 mM, 10 mM, 50 mM e 100 mM.

Todos os tratamentos do **feijão Jugo** (com exceção dos tratamentos 50 mM e 100 mM que só foram colhidas uma vez, na primeira colheita) reduziram a RAF, na segunda colheita (Figura 32). Os tratamentos 5 mM e 10 mM continuaram a reduzir e o controle aumentou a RAF, na última colheita.

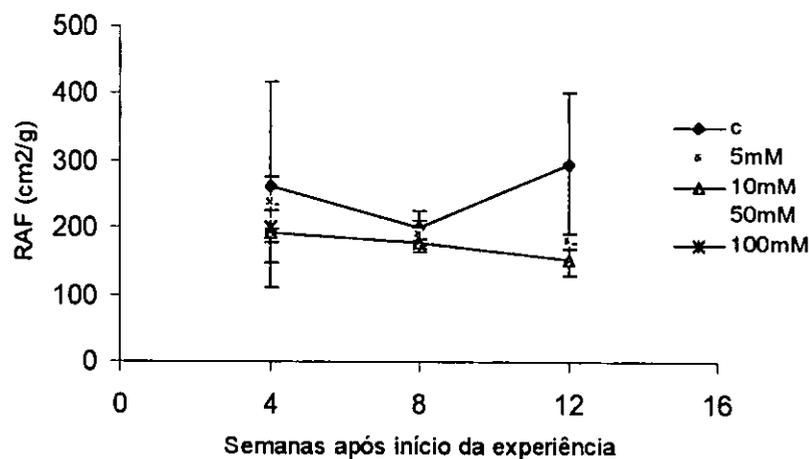


Figura 32: Efeito do NaCl na RAF do Feijão Jugo. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Os diferentes tratamentos mostraram diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) mas, notou-se a existência de dois grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si. O primeiro grupo é constituído pelos tratamentos controle, 5 mM, 50 mM e 100 mM e o segundo, pelos tratamentos 5 mM, 10 mM, 50 mM e 100 mM.

5.7. Efeito do NaCl na Taxa de Assimilação Aparente (TAA)

A TAA do **feijão Nhemba** (Figura 33) aumentou nos tratamentos 10 mM e 100 mM e diminuiu nos restantes tratamentos, até a segunda colheita. Na terceira colheita, todos os tratamentos mostraram uma redução da TAA, com a exceção dos tratamentos 50 mM e 100 mM cujas plantas não sobreviveram.

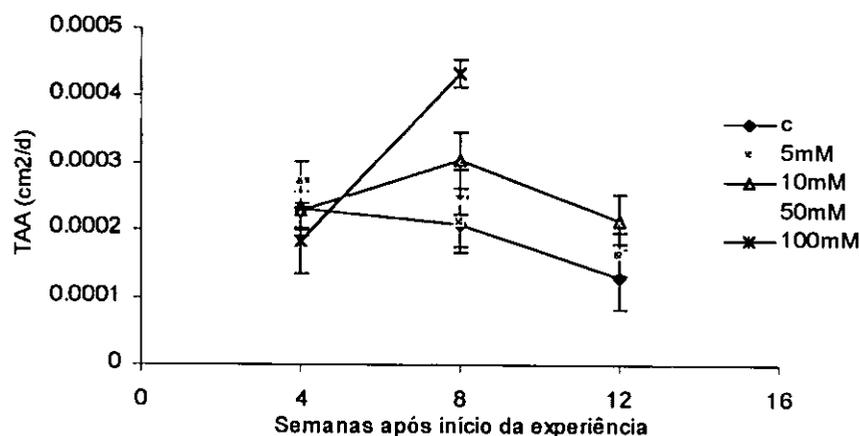


Figura 33: Efeito do NaCl na TAA do Feijão Nhemba. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Os diferentes tratamentos mostraram diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) mas, notou-se a existência de três grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si. O primeiro grupo é constituído pelos tratamentos controle, 5 mM e 100 mM, o segundo pelos tratamentos 5 mM, 50 mM e 100 mM e, o terceiro pelos tratamentos 5 mM, 10 mM e 50 mM.

A correlação entre a Taxa de Assimilação Aparente e a Razão do Peso seco da Folha, para o feijão Nhemba, mostrou-se positiva em todos os tratamentos, variando entre fraca e forte (0.20-0.89) (anexo 14).

No feijão Jugo, a TAA diminuiu no tratamento controle, aumentou no 10 mM e manteve-se aproximadamente constante no tratamento 5 mM, até a segunda colheita (Figura 34). Na terceira colheita houve diminuição da TAA em todos os tratamentos, exceptuando os tratamentos 50 mM e 100 mM que não sobreviveram.



Figura 34: Efeito do NaCl na TAA do Feijão Jugo. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Os diferentes tratamentos mostraram diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) mas, notou-se a existência de dois grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si. O primeiro grupo é constituído pelos tratamentos controle, 5 mM, 10 mM e 50 mM e o segundo, pelos tratamentos controle, 50 mM e 100 mM.

Para o feijão Jugo, a correlação entre a Taxa de Assimilação Aparente e a Razão do Peso seco da Folha, mostrou-se positiva em todos os tratamentos, variando entre fraca e forte (0.20-0.89) (anexo 15).

5.8. Efeito do NaCl na Razão do Peso Seco da Folha (RPsF)

Nos tratamentos controle e 5 mM do feijão Nhemba houve redução da RPsF, até a última colheita (Figura 35). No tratamento 10 mM a RPsF manteve-se aproximadamente constante, até a segunda colheita e reduziu na última colheita. No tratamento 50 mM a RPsF reduziu e, no tratamento 100 mM aumentou, até a segunda colheita. As plantas dos tratamentos 50 mM e 100 mM não sobreviveram até a terceira colheita.

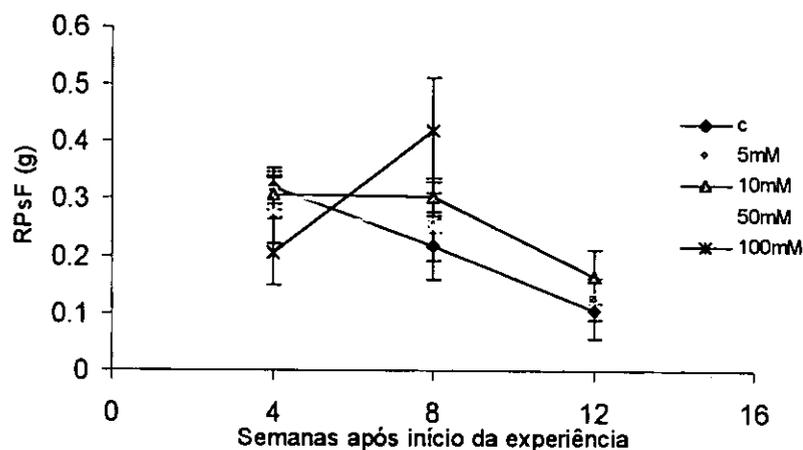


Figura 35: Efeito do NaCl na RPsF do Feijão Nhemba. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

A Razão do Peso Seco da Folha do feijão Nhemba não mostrou diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) entre os diferentes tratamentos.

Nos diversos tratamentos do feijão Nhemba, a correlação entre a Razão do peso seco da Folha e a Taxa de Crescimento Relativo foi sempre positiva, variando entre forte e muito forte (entre 0.7 e 1.0), exceptuando no tratamento 50 mM onde foi muito fraca (anexo 14).

A RPsF do feijão Jugo reduziu no tratamento controle, aumentou no 10 mM e manteve-se aproximadamente constante no tratamento 5 mM (Figura 36), até a semana 8. Na última colheita, em todos os tratamentos houve aumento da RPsF, exceptuando os tratamentos 50 mM e 100 mM cujas plantas não sobreviveram até a última colheita.



Figura 36: Efeito do NaCl na RPsF do Feijão Jugo. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Os diferentes tratamentos do feijão Jugo mostraram diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) mas, notou-se a existência de dois grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si, sendo o primeiro grupo constituído pelos tratamentos controle, 5 mM, 10 mM e 100 mM e o segundo, pelos tratamentos controle, 50 mM e 100 mM.

A correlação entre a Razão do peso seco da Folha e a Taxa de Crescimento Relativo nos diversos tratamentos do feijão Jugo foi sempre positiva, variando entre muito fraca e fraca (0-0.39) (anexo 15).

5.9. Efeito do NaCl na Razão do Peso Seco da Raiz (RPsR)

Em todos os tratamentos do feijão Nhemba, exceptuando o controle, houve redução da RPsR, até a segunda colheita. Na última colheita as plantas do tratamento controle reduziram, as do tratamento 5 mM mantiveram aproximadamente constante e as do tratamento 10 mM aumentaram a RPsR (Figura 37). Nos tratamentos 50 mM e 100 mM observou-se morte das plantas antes da terceira colheita.

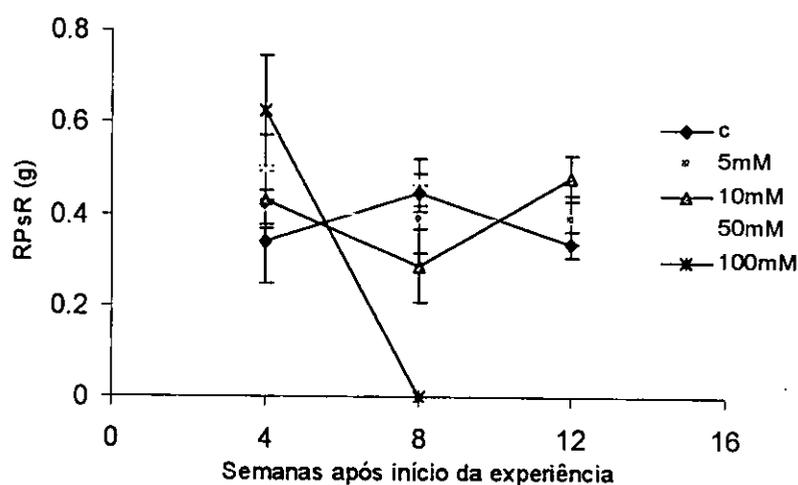


Figura 37: Efeito do NaCl na RPsR do Feijão Nhemba. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Os diferentes tratamentos apresentaram diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) e, observou-se a existência de dois grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si. O primeiro grupo é constituído pelos tratamentos controle, 5 mM e 10 mM e o segundo, pelos tratamentos 50 mM e 100 mM.

A correlação entre a Razão do peso seco da Raiz e a Taxa de Crescimento Relativo, nos diversos tratamentos do feijão Nhemba foi sempre positiva, sendo muito fraca nos tratamentos controle, 5 mM e 50 mM, moderada no tratamento 10 mM e forte no tratamento 100 mM (anexo 14).

A RPsR dos tratamentos 5 mM e 10 mM do feijão Jugo diminuiu, tendo-se verificado um aumento no tratamento controle, até a segunda colheita. Na terceira colheita, todos os tratamentos apresentaram menor RPsR em relação a segunda colheita (Figura 38), tendo-se verificado redução. Nos tratamentos 50 mM e 100 as plantas mM não sobreviveram para além da primeira colheita.

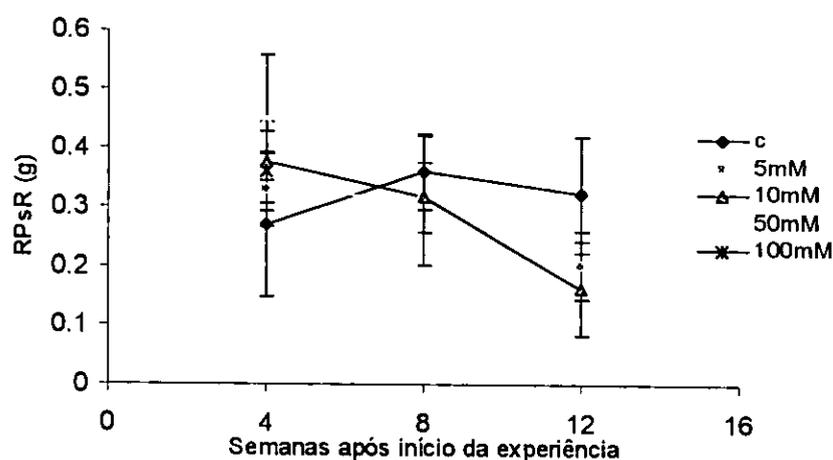


Figura 38: Efeito do NaCl na RPsR do Feijão Jugo. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Os diferentes tratamentos mostraram diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) e notou-se a existência de dois grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si, sendo o primeiro grupo constituído pelos tratamentos controle, 5 mM, 10 mM e 100 mM e o segundo pelos tratamentos 50 mM e 100 mM.

A RPsR nos diferentes tratamentos do feijão Nhemba mostrou correlação sempre positiva, entre a Razão do peso seco da Raiz e a Taxa de Crescimento Relativo, sendo muito fraca nos tratamentos controle, 5 mM e 50 mM, moderada no tratamento 10 mM e forte no tratamento 100 mM (anexo 15).

5.10. Efeito do NaCl na Razão do Peso Seco da Raiz pela parte Aérea (RPR/A)

Nos tratamentos 10 mM e 100 mM do feijão Nhemba observou-se redução da RPR/A e nos tratamentos controle, 5 mM e 50 mM observou-se um aumento, na segunda colheita (Figura 39). Na terceira colheita os tratamentos controle, 5 mM e 10 mM aumentaram a RPR/A, exceptuando 50 mM e 100 mM cujas plantas não sobreviveram.

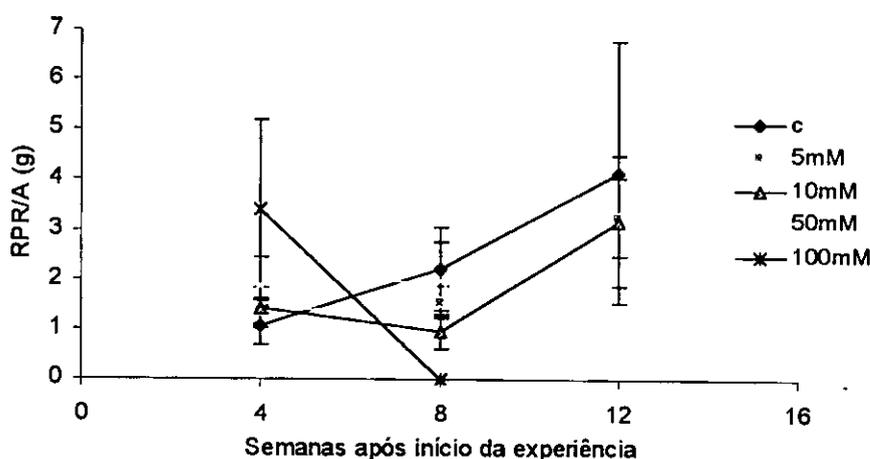


Figura 39: Efeito do NaCl na RPR/A do Feijão Nhemba. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Entre os diferentes tratamentos do feijão Nhemba, não houveram diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$).

No feijão Jugo (Figura 40), a RPR/A do tratamento controle aumentou, do tratamento 5 mM manteve-se aproximadamente constante e do tratamento 10 mM reduziu, até a semana 8. Na semana 12 todos os tratamentos reduziram a RPR/A, com a exceção dos tratamentos 50 mM e 100 mM cujas plantas morreram antes da segunda colheita.

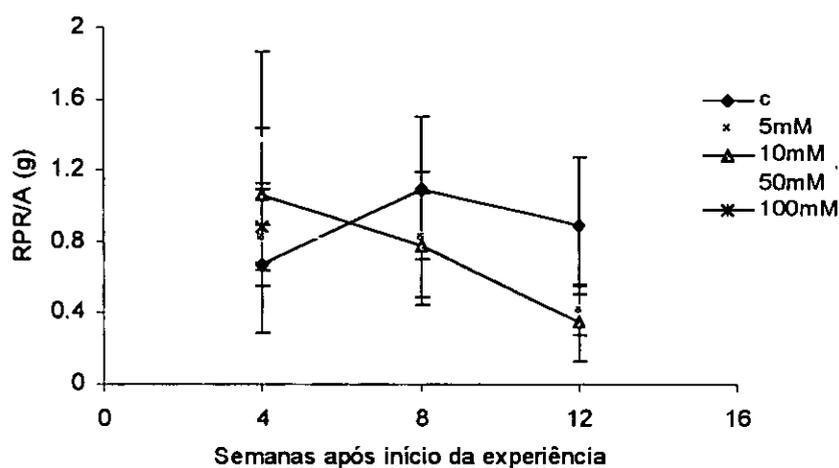


Figura 40: Efeito do NaCl na RPR/A do Feijão Jugo. Cada ponto representa a média de 6 plantas \pm desvio padrão. A letra c representa o tratamento controle e 5mM, 10mM, 50mM e 100mM representam as concentrações de NaCl aplicadas nos tratamentos.

Os diferentes tratamentos mostraram diferenças significativas (ANOVA, $p < 0.05$) e notou-se a existência de dois grupos cujos seus componentes não apresentaram diferenças significativas entre si, sendo o primeiro grupo constituído pelos tratamentos controle, 5 mM, 10 mM e 100 mM e, o segundo pelo tratamento 50 mM.

5.12. Índice de tolerância

Os Índices de Tolerância para as duas culturas foram calculados usando o peso seco total das plantas e mostraram um padrão mais ou menos similar em todas as concentrações de NaCl (Figura 41).

No tratamento 5 mM, o Feijão Jugo mostrou-se mais tolerante na primeira colheita; na segunda colheita o Feijão Nhemba mostrou-se mais tolerante e, na terceira colheita, as duas espécies apresentaram um Índice de Tolerância aproximadamente igual (Figura 41i).

No tratamento 10 mM, o Feijão Nhemba mostrou-se mais tolerante ao longo de toda a experiência (Figura 41ii).

No tratamento 50 mM, o Feijão Jugo apresenta maior Índice de Tolerância na semana 4, não tendo sobrevivido até a semana 8 (Figura 41iii).

No tratamento 100 mM, as plantas do Feijão Nhemba mostraram uma redução do Índice de Tolerância da semana 4 à semana 8, não tendo sobrevivido até a terceira colheita. As plantas de Feijão Jugo não sobreviveram para além da segunda colheita (Figura 41iv).

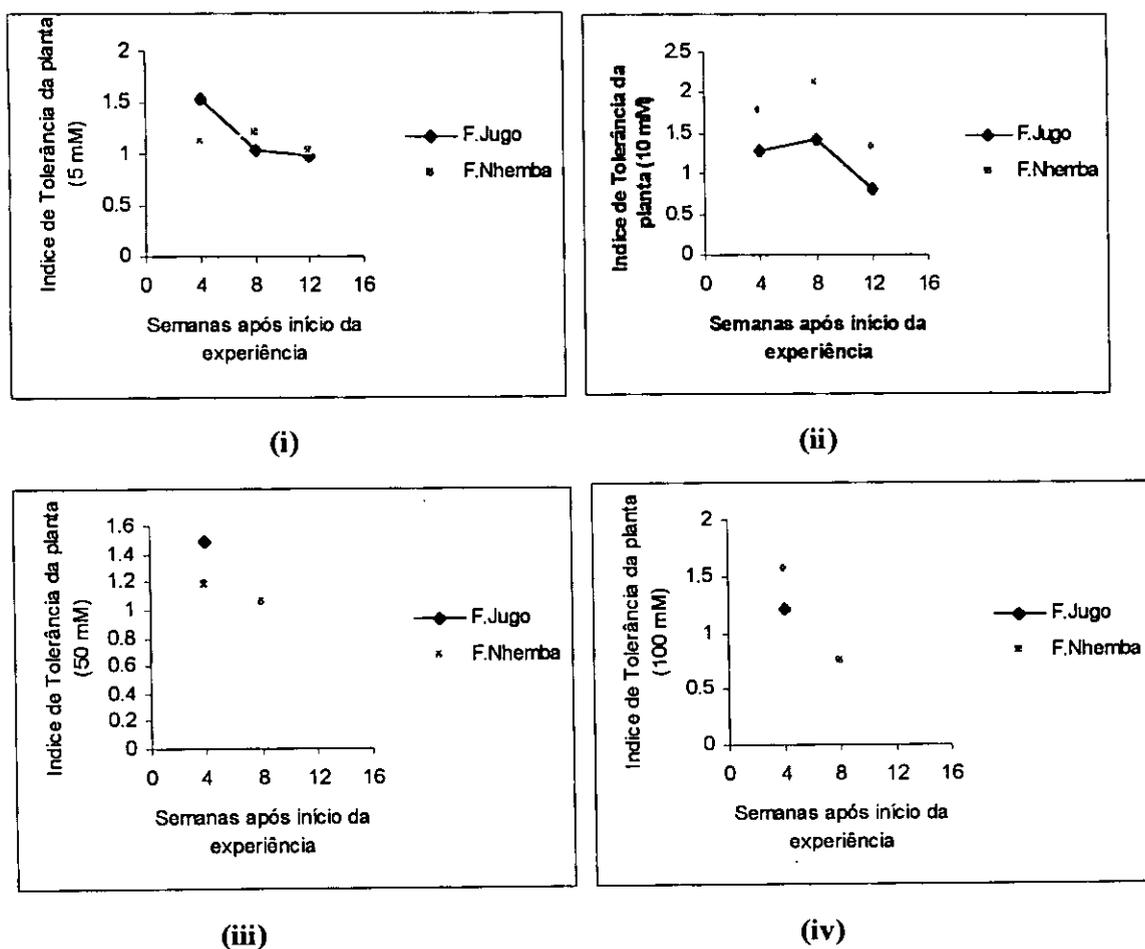


Figura 41: Índice de tolerância das plantas de Feijão Nhemba e Feijão Jugo, submetidas a mesmas concentrações do sal NaCl.

As plantas das duas culturas toleraram baixas concentrações de NaCl (5 mM e 10 mM), tendo em conta que nestas concentrações elas sobreviveram até ao fim da experiência.

Elevadas concentrações de NaCl (50 mM e 100 mM) danificaram e causaram a morte das plantas das duas culturas, ao longo da experiência.

6. DISCUSSÃO

6.1. Efeito do NaCl no crescimento da raiz, caule e folhas

As concentrações de 5 mM, 10 mM e 50 mM de NaCl para o feijão Nhemba (Figura 1 e 3) e 5 mM para o feijão Jugo (Figura 2 e 4), não influenciaram negativamente os pesos fresco e seco totais das plantas, o que pode levar a admitir que estas concentrações de NaCl, para cada espécie, sejam benéficas ao seu crescimento, este benefício pode provavelmente dever-se a presença dos íons Cloro e Sódio que são micronutrientes usados pelas plantas (Neto e Tabosa, 2000 e Bennett, 1993 citado por Siteo, 2003).

A concentração de 100 mM de NaCl, influenciou negativamente os pesos fresco e seco totais do feijão Nhemba (Figura 1 e 3). Para o feijão Jugo (Figura 2 e 4), os pesos fresco e seco totais foram influenciados negativamente pelas concentrações de 10 mM, 50 mM e 100 mM. Isto mostra uma sensibilidade diferenciada das duas espécies a diferentes concentrações de NaCl. Segundo Hanseinbuiller (1978) e Donahue (1983) citados por Evangelon e McDonald Jr. (1999), Mass e Grieve (1994) citado por Salah *et al.* (2004), a sensibilidade das plantas a níveis diferentes de salinidade depende também da espécie de planta em questão. Contudo um nível de salinidade elevado, prejudica vários processos fisiológicos e bioquímicos, principalmente a assimilação de nitratos, influenciando o crescimento das plantas (Gouia *et al.*, 1994 citados por Silveira *et al.*, 2001; Street e Helgi, 1991; Mohr e Schopfer, 1995).

6.1.1. Raiz

Os pesos fresco e seco da raiz do feijão Nhemba (Figura 5 e 7) foram negativamente influenciados somente pela concentração de 100 mM de NaCl, na segunda colheita, o que levou a morte das plantas, provavelmente segundo McKersie e Leshem (1994) pelo efeito tóxico de elevadas concentrações salinas, o que pode induzir a morte dos tecidos, órgãos e de plantas inteiras.

A concentração de 10 mM de NaCl aumentou os pesos seco e fresco da raiz do feijão Nhemba, provavelmente devido a presença de Cloro e Sódio que são micronutrientes usados pelas plantas (Neto e Tabosa, 2000 e Bennett, 1993 citado por Siteo, 2003). Este resultado está de acordo com Folige (2000), para o Amendoim que argumenta citando Davidson (1968) dizendo que com a

diminuição de nitrogénio, ocorre o aumento do peso seco nas plantas. Segundo Arutyunova e Shevyakova (1984) citado por Folige (2000) os produtos de baixo peso molecular do metabolismo do nitrogénio, acumulados nas células de plantas sujeitas a salinidade podem formar aminoácidos não tóxicos nos tecidos, que promovem a normalização da pressão osmótica através do aumento do volume do solvente nas células, diminuindo assim a toxicidade causada pelo sal.

Os pesos fresco e seco da raiz das plantas do **feijão Jugo** (Figura 6 e 8) submetidas as concentrações de 10 mM (a partir da semana 8), 50 mM e 100 mM de NaCl mostram uma diminuição, o que pode ser explicado pelo efeito tóxico de elevadas concentrações do sal NaCl, para as plantas, segundo McKersie e Leshem (1994).

As plantas do **feijão Nhemba** submetidas às concentrações de 50 mM e 100 mM apresentaram, até a segunda colheita, um aumento do comprimento da raiz (Figura 9), o mesmo aconteceu com as plantas da concentração de 10 mM (na última colheita, provavelmente porque o sal acumulou-se no vaso), tendo isto ocorrido provavelmente como resposta ao stress hídrico, de acordo com Fitter e Hay (1981). Segundo McKersie e Leshem (1994) em habitats salinos, as plantas não só estão expostas ao stress salino, como também as raízes podem estar expostas ao stress hídrico.

Na última colheita, as plantas do **feijão Jugo** das concentrações de 5 mM e 10 mM tiveram valores elevados de comprimento da raiz (Figura 10), quando comparados as duas primeiras colheitas. As plantas das concentrações de 50 mM e 100 mM apresentaram comprimentos da raiz maiores que os dos restantes tratamentos, na primeira colheita, sendo esta provavelmente uma resposta das raízes ao stress hídrico causado por elevadas concentrações de NaCl (Fitter e Hay, 1981). A concentração de sal no solo contido no vaso aumentou da primeira à última colheita, podendo ser esta a explicação do comportamento das plantas dos tratamentos 5 mM e 10 mM, na semana 12.

As plantas do **feijão Nhemba** da concentração de 10 mM apresentaram, nas três colheitas maiores volumes da raiz (Figura 11). Este resultado pode ser explicado pelo facto de os iões Cl^- e Na^+ servirem, em baixas concentrações de nutrientes para esta planta, impulsionando deste

modo, o crescimento desta cultura (Neto e Tabosa, 2000; Marchner, 1995 citado por Folige, 2000).

As plantas do feijão Jugo (Figura 12) da concentração de 10 mM mostraram um grande aumento de volume da raiz, na segunda colheita e, baixaram bruscamente na terceira colheita. Segundo Richards (1954) citado por McKersie e Leshem (1994), a presença de elevadas concentrações de sal no solo, eleva o potencial osmótico do solo, o que reduz a absorção da água por parte das raízes, sujeitando-as a um stress hídrico; como resposta ao stress hídrico, as plantas tendem a aumentar o crescimento de suas raízes (Fitter e Hay, 1981).

6.1.2. Caule

As concentrações de 5 mM e 10 mM de NaCl produziram um efeito positivo, estimulando maior produção dos pesos fresco e seco do caule do feijão Nhemba (Figura 13 e 15) e do feijão Jugo (Figura 14 e 16). Este resultado pode ser explicado pelo facto de o ião Cl^- ser um micronutriente com um papel importante na fotossíntese (Neto e Tabosa, 2000; Marchner, 1995 citado por Folige, 2000). Por outro lado, o ião Na^+ é também um micronutriente importante, enquanto não se encontrar em níveis tóxicos para as plantas (Neto e Tabosa, 2000 e Bennett, 1993 citado por Siteo, 2003). Enquanto isso, as concentrações de 50 mM e 100 mM causaram a morte das plantas do feijão Nhemba e do feijão Jugo, provavelmente devido ao efeito tóxico que estas concentrações de NaCl poderam ter causado as plantas (McKersie e Leshem, 1994).

6.1.3. Folhas

As concentrações de 5 mM e 10 mM de NaCl, influenciaram de forma positiva os pesos fresco e seco das folhas, tanto para o feijão Nhemba (Figura 17 e 19) assim como para o feijão Jugo (Figura 18 e 20). Notou-se também que a concentração de 10 mM tinha maior influência no aumento dos pesos fresco e seco das plantas, até a semana 8. A concentração de 5 mM influenciou de forma ligeira o feijão Nhemba (reduziu os pesos, na última colheita) e de forma notável, o feijão Jugo. Este resultado como já indicado anteriormente pode dever-se ao facto de o ião Cl^- ser um micronutriente com um papel importante na fotossíntese e consequentemente no crescimento da planta (Broyer *et al.*, 1954; Johnson *et al.*, 1957 e Marshner, 1995 citados por Folige, 2000;).

A concentração de 100 mM induziu uma redução da produção dos pesos fresco e seco das folhas das plantas, estando este resultado de acordo com Izzo *et al.* (1991) que indicou que concentrações de 80 mM e 160 mM de NaCl, induziam uma diminuição dos pesos da parte aérea das plantas.

O número de folhas do **feijão Nhemba** (Figura 21) sofreu influências positivas das concentrações de 5 mM e 10 mM de NaCl, provavelmente por os seus iões serem micronutrientes usados na sua nutrição, segundo Neto e Tabosa (2000) e Bennett, 1993 citado por Siteo (2003).

Para as plantas de **feijão Jugo**, todos os tratamentos contendo diferentes concentrações de NaCl, mostraram um rendimento baixo do número de folhas (Figura 22), em relação ao controle, o que pode consubstanciar a justificação de que todas as concentrações do sal NaCl usadas, sejam prejudiciais ao aparecimento e desenvolvimento das folhas desta cultura, contudo este resultado não está de acordo com Alberico e Cramer (1993) que só notaram este efeito a partir de 80 mM, para plantas de milho. Segundo Richardson & McCree, (1985) citado por Neto e Tobosa (2000) a explicação mais aceite para esta inibição de crescimento pelo sal é devido ao desvio da energia do crescimento para a manutenção.

A área das folhas do **feijão Nhemba** (Figura 23) foi, ao longo de toda a experiência, positivamente influenciada pela concentração de 10 mM de NaCl e, pela concentração de 5 mM só a partir da semana 8. A concentração de 5 mM estimulou o aumento da área foliar das plantas de **feijão Jugo** (Figura 24) no decorrer da experiência. Isto pode dever-se ao facto de o ião Cl⁻ ser um micronutriente importante na fotossíntese, como já indicado (Marshner, 1995 citado por Folige, 2000; Broyer *et al.*, 1954 e Johnson *et al.*, 1957).

As concentrações de 10 mM (só para o feijão Jugo), 50 mM e 100 mM de NaCl em ambas as culturas mostraram uma influência negativa à expansão foliar, provavelmente por o Na⁺ se ter tornado tóxico no meio. Este resultado está de acordo com o apresentado por Bernstein (1975) e Neumamm e Volkenburgh (1988) citados por Evangelou e McDonald (1999) indicando que a toxicidade por Na⁺ causa uma limitada expansão das folhas e necroses, o que reduz directamente a fotossíntese e o crescimento das plantas.

6.2. Efeito do NaCl na nodulação

O aumento do número de nódulos do **feijão Nhemba** (Figura 25) e **feijão Jugo** (Figura 26), notou-se até a concentração 10 mM de NaCl, o que está de acordo com os resultados de Folige (2000) segundo os quais as plantas de Amendoim sofriam influencia positiva de NaCl, até a concentração de 10 mM, em relação à nodulação.

6.3. Efeito do NaCl na Taxa de Crescimento Relativo (TCR) e Taxa de Crescimento Absoluto (TCA)

Segundo Neto e Tobosa (2000) a Taxa de crescimento Absoluto representa a velocidade de crescimento das plantas e, a Taxa de Crescimento Relativo representa o impulso de crescimento.

Em todos os tratamentos do **feijão Nhemba** (Figura 27) contendo NaCl verificou-se uma redução da TCR ao longo da experiência (com exceção do tratamento 100 mM onde houve um aumento na semana 8). As plantas de **feijão Jugo** (Figura 28) de todos os tratamentos contendo NaCl tiveram menor TCR que as plantas do controle ao longo de toda a experiência. O resultado obtido tanto para as plantas do feijão Nhemba assim como do feijão Jugo está de acordo com o obtido por Akita & Cabuslay (1990) que reportaram que qualquer tratamento salino (de NaCl) diminui a TCR para as plantas de arroz e afirmaram que o tecido vegetal é fortemente influenciado pelo ião Na^+ . Neto (1996) citado por Neto e Tobosa (2000) verificou correlações negativas muito fortes entre a TCR de plântulas de milho e os teores de Na^+ ($r = -0.92$).

A taxa de crescimento absoluto, ou seja, a velocidade de crescimento do **feijão Nhemba** (Figura 29) foi positivamente influenciada pelas concentrações de 5 mM e 10 mM e negativamente pelas concentrações de 50 mM e 100 mM de NaCl. O **feijão Jugo** (Figura 30) sofreu influência negativa das concentrações de 5 mM e 10 mM, apesar de na segunda colheita, a velocidade de crescimento do tratamento 10 mM ter superado do tratamento controle. Neto e Tobosa (2000), estudando plantas de milho reportaram que o sal NaCl influenciava negativamente a TCA das plantas. O resultado obtido por estes autores não está de acordo com o resultado obtido no presente estudo, para as plantas de feijão Nhemba dos tratamentos 5 mM e 10 mM e, do feijão Jugo dos tratamentos 50 mM e 100 mM (na primeira e única colheita para estas concentrações de NaCl). Como se pôde notar no decorrer da experiência, à medida que o número de nódulos

aumentou, a velocidade de crescimento das plantas das duas espécies também aumentou, podendo-se supor que o crescimento rápido das plantas seja uma estratégia de resistência a salinidade, auxiliada pelo aumento da fixação do nitrogénio que segundo Salisbury e Ross (1992) é usado para o crescimento das plantas.

6.4. Efeito do NaCl na Razão da Área Foliar (RAF)

Segundo Landeweert (1997) citado por Folige (2000) e Boogarard *et al.* (1996) citado por Levi (2003), a razão da área foliar representa o aumento na capacidade fotossintética das plantas durante o crescimento.

A Razão da Área Foliar das concentrações de 5 mM e 10 mM, do **feijão Nhemba** (Figura 31) assim como no **feijão Jugo** (Figura 32), esteve sempre abaixo dos resultados obtidos para o tratamento controle (com excepção do tratamento de 5 mM do feijão Nhemba na segunda colheita), o que mostra um efeito negativo do NaCl na capacidade fotossintética das plantas. Como reportado por Neto e Tabosa (2000), para o milho e Folige (2000) para o amendoim. Segundo Totawat e Mehta (1985) citado por Neto e Tobosa (2000), que encontraram resultados similares no milho e na mapira, indicaram que independentemente da espécie de planta, a área foliar, a altura e a produção de matéria seca foram maiores nas plantas que exibiram menor RAF.

6.5. Efeito do NaCl na Taxa de Assimilação Aparente (TAA)

Segundo Cramer *et al.* (1994), a taxa de assimilação aparente expressa o balanço entre o ganho de carbono (fotossíntese) e a perda (respiração).

Nesta experiência, todos os tratamentos salinos influenciaram a taxa de assimilação aparente das duas culturas, tendo-se notado que para o **feijão Nhemba** (Figura 33), todos os tratamentos salinos apresentaram sempre TAA maiores que as do controle, ao longo de toda a experiência, enquanto que 5 mM e 10 mM do **feijão Jugo** (Figura 34) tiveram sempre valores aproximados aos do controle, sendo quase sempre menores. Este resultado não está de acordo com Neto e Tobosa (2000) que reportaram que o efeito do sal só se faz sentir a partir de 50 mM de NaCl, para o milho e Rogers e Noble (1992) que reportaram que só se faz sentir a partir de 40 mM de NaCl em plantas de Trevo branco. O resultado obtido na experiência, para o feijão Jugo está de

acordo com Alarcon *et al.*, (1994) citado por Neto e Tobosa (2000) que não verificaram alterações significativas da TAA em plantas de tomate afectadas pelo stress salino. Estes autores justificam este comportamento afirmando que a taxa de expansão celular é mais rapidamente afectada pela salinidade que a taxa fotossintética.

6.6. Efeito do NaCl na Razão do Peso Seco da Folha (RPsF)

Segundo Landerweert (1997) citado por Folige (2000), a razão do peso seco da folha (RPsF) reflecte a habilidade da planta em manter o desenvolvimento normal.

Todos os tratamentos do **feijão Nhemba** (Figura 35), mostraram redução dessa habilidade, ao longo da experiência, apesar de que os tratamentos salinos apresentaram sempre valores maiores em relação ao controle. Os tratamentos 5 mM e 10 mM do **feijão Jugo** (Figura 36) aumentaram a RPsF, ao longo da experiência, superando até os valores do controle. Este resultado leva a supor que estas concentrações aumentam a habilidade das plantas de manter o desenvolvimento normal. Os resultados obtidos na experiência não estão de acordo com Folige (2000), em relação ao feijão Jugo mas, estão de acordo, em relação ao feijão Nhemba. Folige (2000) indica que se observa uma redução da razão do peso seco da folha de plantas de Amendoim, nos tratamentos 5 mM, 10 mM e 50 mM de NaCl.

6.7. Efeito do NaCl na Razão do Peso Seco da Raiz (RPsR)

Os tratamentos 5 mM e 10 mM do **feijão Nhemba** apresentaram valores de RPsR (Figura 37), maiores que os do controle, na primeira e última colheita, mostrando uma influência positiva destas concentrações de NaCl, para este parâmetro. Para o **feijão Jugo**, notou-se um efeito negativo do NaCl na RPsR (Figura 38) a partir da segunda colheita. As raízes do feijão Nhemba mostraram-se menos sensíveis ao efeito do NaCl que as do feijão Jugo, estando neste caso o resultado obtido para o feijão Nhemba de acordo com Lewis *et al.* (1989) citado por Neto e Tobosa (2000) para plantas de milho e Izzo (1991) igualmente para plantas de milho.

6.8. Efeito do NaCl na Razão do Peso Seco da Raiz pela parte Aérea (RPR/A)

Nos tratamentos 5 mM e 10 mM do **feijão Nhemba** notou-se o aumento da RPR/A (Figura 39), apesar de apresentarem valores sempre menores que os do controle (na segunda e última

colheitas). As plantas do **feijão Jugo** dos tratamentos 5 mM e 10 mM, diminuíram a RPR/A (Figura 40), a partir da segunda colheita, apresentando igualmente valores sempre menores que os do controle. Neto e Tobosa (2000) reportaram que houve redução da Razão da parte Aérea pela Raiz para plantas de milho, em todos os tratamentos contendo NaCl, estando este resultado de acordo com o obtido na experiência somente para o feijão Nhemba, indicando que o efeito do NaCl para o feijão Nhemba é mais evidente nas folhas do que na raiz, passando-se o contrário com o feijão Jugo.

6.9. Índice de tolerância

As plantas das duas culturas toleraram baixas concentrações de NaCl (5 mM e 10 mM), tendo em conta que nestas concentrações elas sobreviveram até ao fim da experiência (Figura 41). Este resultado pode ser explicado pelo facto de os iões Cl^- e Na^+ serem micronutriente utilizados pela planta para o seu crescimento (Neto e Tabosa, 2000; Marchner, 1995 citado por Folige, 2000 e Bennett, 1993 citado por Siteo, 2003).

As plantas do feijão Jugo só foram colhidas uma vez, ao longo de toda a experiência, tendo-se verificado que elas não suportam elevadas concentrações de NaCl (50 mM e 100 mM), provavelmente devido ao efeito tóxico do NaCl que pode causar a morte das plantas quando presente em elevadas concentrações (McKersie e Leshem, 1994)

As plantas de feijão Nhemba mostraram-se, no geral mais tolerantes ao sal NaCl, em relação as de feijão Jugo, durante a experiência, pois foi possível colhê-las ao longo de quase toda a experiência (com a excepção dos tratamentos 50 mM e 100 mM onde não se efectuou a terceira colheita).

7. CONCLUSÃO

- O feijão Nhemba e o feijão Jugo, apresentam diferentes padrões de crescimento nos diversos tratamentos contendo NaCl.
- As plantas do feijão Nhemba e o feijão Jugo das concentrações de 5 mM e 10 mM de NaCl apresentaram, ao longo de toda a experiência, valores elevados de pesos fresco e seco da raiz, caule e folhas, número de nódulos, número e área das folhas, em relação às das concentrações de 50 mM e 100 mM.
- O feijão Nhemba apresentou-se mais tolerante aos efeitos do NaCl do que o feijão Jugo.
- Os pesos fresco e seco totais do feijão Nhemba foram positivamente afectados pelas concentrações de 5 mM, 10 mM e 50 mM. Os pesos fresco e seco totais do feijão Jugo, foram positivamente afectados somente pela concentração de 5 mM de NaCl.
- Os parâmetros TCR, RAF e RPsF para o feijão Nhemba e, TCR, RAF, TAA, RPsR e RPR/A para o feijão Jugo, sofreram influência negativa das diferentes concentrações de NaCl, durante a experiência.
- Os parâmetros comprimento da raiz, número de nódulos e de folhas, área foliar, TCA, TAA, RPsR e RPR/A para o feijão Nhemba e comprimento da raiz, área das folhas, TCA e RPsF, no geral, foram positivamente influenciados por baixas concentrações de NaCl (5 mM e 10 mM).
- As concentrações de 50 mM e 100 mM de NaCl, para o feijão Jugo e, 100 mM de NaCl, para o feijão Nhemba causam, numa primeira fase, necroses nas plantas e, numa fase avançada, a morte das plantas.

8. LIMITAÇÕES NO TRABALHO

- Não foi possível medir os pesos, seco e fresco das vagens. A não medição destes parâmetros deveu-se ao facto de estas não terem sido formadas, em nenhuma planta.
- Não foi feita a medição da temperatura e da humidade relativa do ar, devido a avaria do respectivo aparelho.
- Na segunda semana da experiência, as plantas das duas espécies foram contaminadas por fungos e, sofreram um ataque por insectos. O combate a estas duas enfermidades foi feito usando respectivamente Enxofre (fungicida) e Ciperimetrina (insecticida).

9. RECOMENDAÇÕES

- Como forma de tomar mais precisos, os resultados de futuras experiência (similares), recomenda-se:
 - O aumento do número de plantas por cada tratamento;
 - O aumento do número de colheitas, podendo ser de duas em duas semanas;
 - A utilização de mais concentrações de NaCl, para além das utilizadas e com intervalos menores em relação aos usados;
 - A utilização de vasos com capacidade de 10 litros ou mais.
- De modo a permitir que haja um melhor rendimento das plantas, evitando o ataque por fungos e insectos, recomenda-se a melhoria das condições nesta estufa, fazendo-se a desinfecção e pulverização periódicas e tratando-se melhor as árvores que se encontram à volta da estufa (fazendo-se a poda e pulverizando).
- Como forma de complementar o presente estudo, recomenda-se a realização de mais experiências usando diferentes tipos de sais.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akita, S. e G.S. Cabuslay (1990) Physiological basis of differential response to salinity in rice cultivars. Plant and Soil. 123 (3): 277-294.
- Alberico, G.J. e G.R. Cramer (1993) Is the salt tolerance of maize related to sodium exclusion? I. Preliminary screening of seven cultivars. Journal of Plant Nutrition. 16(1):2289-2303.
- Baryeh, E. A. (2000) Physical properties of bambara groundnuts. Journal of Food Engineering. 47(4):321-326
- Broyer, T.C.; A.B. Carton; C.M. Johnson e P.R. Stout (1954). Chlorine: a micronutrient element for higher plants. Plant Physiology. 29 (6): 526-532
- Cramer, G. R.; G. J. Alberico e C. Shimidt (1994). Leaf Expansion Limits Dry Matter Accumulation Of Salt Stressed Maize. Australia Journal Plant Physiology. 21(1): 63-74
- Doddema, H.; O. Quilambo (2000) Fisiologia Vegetal II. Manual de aulas laboratoriais. Universidade Eduardo Mondlane.
- Evangelon V. P. and L. M. McDonald Jr. (1999) Influence of Sodium on Soil of Humid Regions. Edited by Pessarakli, M. (1999) Handbook of Plant and Crop Stress. Second Edition, Revised and Expanded. 17 – 50 pp.
- FAO (2000). Global network on integrated soil management for sustainable use of salt-affected soils. 2000. (<http://www.fao.org/ag/AGL/agll/spush/intro.htm>)
- Fitter, A. H. e K. R. Hay (1981) Environmental Physiology of Plants. Academic Press. New York. 355 pp. ISBN 1 225 7760 4.
- Folige, D. A. (2000). Salinidade, nodulação e crescimento vegetativo no Amendoim (*Arachis hypogaea* L.). Tese de Licenciatura. DCB. UEM

- Fowler, J e L. Cohen (1996) Practical Statistics For Field Biology. John Wiley & Sons. Chichester. New York. Brisbane. Toronto. Singapore. 227 pp.
- Izzo, R. ; N. F. Izzo e F. Quartacci (1991). Growth and mineral absorption in maize seedlings as affected by increasing NaCl concentrations. Journal of Plant Nutrition 14 (1): 687-699
- Johnson, C.M.; Stout, P.R.; Broyer, T.C. e Carlton, A.B. (1957). Comparative chlorine requirements of different plant species. Plant and Soil. 8 (1): 337-353
- Levi, A. M. (2004) Efeitos da Pré-hidratação no Crescimento do Feijão Jugo (*Vigna subterranean*) em Condições de Stress Hídrico. Tese de Licenciatura. DCB. UEM 53 pp.
- Linnemann, A. R. (1994) Photothermal Regulation of Phenological Development and Growth in Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.)
- Machava, W. J. (2000) Processo de infecção de raízes do Feijão Jugo (*Vigna subterranean* L.) por fungos micorrízicos no solo arenoso do Campus e viveiro da Estufa. Tese de Licenciatura. DCB. UEM. 54 pp.
- McKersie, B. and Y. Y. Leshem (1994) Stress and Stress Coping in Cultivated Plants. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. Netherland. 256 pp. ISBN 0-7923-2827-2
- Mohr, H. and P. Schopfer (1995) Plant Physiology. Springer, New York. 629 pp. ISBN 3-540-58016-6.
- Neto, A. D. A. e Tobosa J. N. (2000). Estresse Salino em Plântulas de Milho: Parte I Análise Do Crescimento. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 4 (2): 159-164
- Pessarakli, M. and I. Szabolcs (1999) Soil Salinity and Sodicities Particular Plant/Crop Stress Factor. Edited by Pessarakli, M. (1999) Handbook of Plant and Crop Stress. Second Edition, Revised and Expanded. 1 – 6 pp.

- Purselove, J. W. (1968) Tropical Crops. Dicotylenons. Logman Group. London. 719 pp. ISBN 0 582 46666 0.
- Rangel, A.; K. Saraiva; P. Schwengber; M. S. Narciso; G. B. Domont; S. T. Ferreira and C. Pedrosa (2004) Biological evaluation of a protein isolate from cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds. Food Chemistry. 87 (4): 491-499
- Rogers, M.E. e Noble, C.L. (1992) Variation in growth and ion accumulation between two selected populations of *Trifolium repens* L. differing in salt tolerance. Plant and Soil. 146 (1): 131-136
- Salah, E.; Y. Hu; G. M. Yakout; A. M. Awad; S. E. Hafiz and U. Schmidhalter (2004) Evaluating salt tolerance of wheat genotypes using multiple parameters. European Journal of Agronomy , 21 (1): 53-67
- Salisbury, F. B. and C. W. Ross (1992) Plant Physiology. Fourth edition. Wadsworth, Inc. California 628 pp. ISBN 0-534-15162-0
- Silveira, J. A. G., A. R. B. Melo, R. A. Viégas and J. T. A. Oliveira (2001) Salinity-induced effects on nitrogen assimilation related to growth in cowpea plants. Environmental and Experimental Botany. 46 (2): 171-179
- Singh, S. R. and K. O. Rachie (1985) Cowpea, Research Production and Utilization. John Wiley & Sons Ltd. New York. pp. 1-2
- Siteo, A. M. (2003) Efeito da deficiência de elementos nutrientes no desenvolvimento do amendoim (*Arachis hypogaea*) e Feijão Jugo (*Voandzeia subterranea*). Tese de Licenciatura. DCB. UEM. 69 pp.
- Street, H. E. and O. Helgi (1991) The Physiology of Flowering Plants. Third edition. Edward Arnold, London. 279 pp. ISBN 0 7131 2883 6

11. ANEXOS

Anexo 1. Classificação taxonómica

O Feijão Jugo (*Vigna subterranea*) e o Feijão Nhemba (*Vigna unguiculata*) são dicotiledóneas que apresentam diferenças taxonómicas somente à nível da espécie, pertencendo deste modo a:

Ordem: Rosales
Família: Fabaceae
Sub-família: Papilionoidae
Género: *Vigna*
Espécie: *Vigna subterranea* (Feijão Jugo)
Vigna unguiculata (Feijão Nhemba)

Anexo 2. Média do comprimento, volume, peso fresco e seco da raiz do Feijão Jugo, nas 3 colheitas efectuadas.

Colheita 1

Tratamento	C. Raiz (cm)	V. R (ml)	Pf R (g)	Ps R (g)
C	24.13	2.35	2.46	0.26
5mM	25.91	2.80	2.81	0.47
10mM	27.56	3.00	2.90	0.42
50mM	34.67	4.38	4.59	0.60
100mM	30.37	3.25	3.38	0.41

Colheita 2

Tratamento	C. Raiz (cm)	V. R (ml)	Pf R (g)	Ps R (g)
c	32.00	4.56	4.15	0.63
5mM	27.00	2.78	2.74	0.50
10mM	29.40	5.72	5.55	0.74

Colheita 3

Tratamento	C. Raiz (cm)	V. R (ml)	Pf R (g)	Ps R (g)
C	27.17	6.02	6.30	0.63
5mM	31.03	3.16	2.99	0.41
10mM	33.00	1.53	1.38	0.29

Anexo 3. Média do comprimento, peso fresco e seco do caule do Feijão Jugo, nas 3 colheitas efectuadas.

Colheita 1

Tratamento	C. Caule (cm)	Pf C (g)	Ps C (g)
C	29.56	1.95	0.27
5mM	30.53	2.45	0.35
10mM	24.33	1.74	0.27
50mM	25.83	1.84	0.26
100mM	25.25	1.46	0.23

Colheita 2

Tratamento	C. Caule (cm)	Pf C (g)	Ps C (g)
C	30.16	3.07	0.51
5mM	28.50	2.53	0.44
10mM	31.00	3.49	0.60

Colheita 3

Tratamento	C. Caule (cm)	Pf C (g)	Ps C (g)
C	28.33	2.86	0.55
5mM	29.67	3.28	0.64
10mM	30.67	2.98	0.61

Anexo 4. Média do peso fresco, peso seco, número e área das folhas do Feijão Jugo, nas 3 colheitas efectuadas.

Colheita 1

Tratamento	N folhas	Pf F (g)	Ps F (g)	A. foliar
c	9.33	2.85	0.42	100.30
5mM	9.83	3.65	0.57	134.35
10mM	7.66	2.50	0.41	81.02
50mM	7.00	2.91	0.45	96.61
100mM	7.17	3.15	0.45	93.35

Colheita 2

Tratamento	N folhas	Pf F (g)	Ps F (g)	A. foliar
C	15.50	3.52	0.62	124.52
5mM	10.83	3.66	0.67	127.40
10mM	12.00	5.30	1.01	179.40

Colheita 3

Tratamento	N folhas	Pf F (g)	Ps F (g)	A. foliar
C	16.17	4.69	0.72	206.39
5mM	12.00	4.31	1.06	192.01
10mM	10.67	3.07	0.91	140.35

Anexo 5. Média do peso fresco e seco total da planta e, do número de nódulos do Feijão Jugo, nas 3 colheitas efectuadas.

Colheita 1

Tratamento	N Nodulos	Pf Planta (g)	Ps Planta (g)
C	1.50	7.27	0.97
5mM	4.00	8.92	1.40
10mM	0.33	7.15	1.11
50mM	3.67	9.35	1.32
100mM	3.50	8.01	1.10

Colheita 2

Tratamento	N Nodulos	Pf Planta (g)	Ps Planta (g)
C	22.00	10.74	1.78
5mM	40.17	8.94	1.61
10mM	48.03	14.36	2.36

Colheita 3

Tratamento	N Nodulos	Pf Planta (g)	Ps Planta (g)
c	15.67	13.87	1.91
5mM	13.33	10.58	2.13
10mM	12.33	7.44	1.82

Anexo 6. Média da TCR, RAF, TCA e TAA do Feijão Jugo, nas 3 colheitas efectuadas.

Colheita 1

Tratamento	TCR	TCA	RAF	TAA
c	0.07	0.07	263.10	0.00037
5mM	0.06	0.08	237.09	0.00028
10mM	0.06	0.07	191.30	0.00031
50mM	0.07	0.09	210.92	0.00035
100mM	0.07	0.08	201.25	0.00040

Colheita 2

Tratamento	TCR	TCA	RAF	TAA
c	0.06	0.10	200.57	0.00030
5mM	0.05	0.08	188.12	0.00028
10mM	0.06	0.14	176.57	0.00034

Colheita 3

Tratamento	TCR	TCA	RAF	TAA
c	0.07	0.14	297.95	0.00028
5mM	0.04	0.10	181.00	0.00026
10mM	0.03	0.06	153.34	0.00023

Anexo 7. Média da RPsR, RPsF, RPR/A e DR do Feijão Jugo, nas 3 colheitas efectuadas.

Colheita 1

Tratamento	RPsF	RPsR	RPR/A	DR
c	0.44	0.26	0.66	1.07
5mM	0.41	0.33	0.82	1.01
10mM	0.37	0.37	1.06	0.89
50mM	0.34	0.45	1.37	1.04
100mM	0.41	0.36	0.88	1.04

Colheita 2

Tratamento	RP _s F	RP _s R	RPR/A	DR
c	0.34	0.36	1.10	0.88
5mM	0.41	0.31	0.81	0.96
10mM	0.42	0.31	0.77	0.97

Colheita 3

Tratamento	RP _s F	RP _s R	RPR/A	DR
c	0.38	0.32	0.89	1.06
5mM	0.49	0.20	0.41	0.95
10mM	0.49	0.16	0.34	0.89

Anexo 8. Média do comprimento, volume, peso fresco e seco da raiz do Feijão Nhemba, nas 3 colheitas efectuadas.

Colheita 1

Tratamento	C. Raiz (cm)	V. R (ml)	Pf R (g)	Ps R (g)
c	36.67	6.17	5.08	0.47
5mM	33.00	6.63	6.11	0.56
10mM	35.17	13.08	7.76	0.89
50mM	36.00	6.56	6.06	0.69
100mM	31.5	5.91	6.03	1.21

Colheita 2

Tratamento	C. Raiz (cm)	V. R (ml)	Pf R (g)	Ps R (g)
c	32.83	7.67	7.07	1.22
5mM	33.83	8.58	8.63	1.01
10mM	31.33	10.58	10.76	1.04
50mM	36.33	7.75	7.17	0.78
100mM	37.33	4.08	3.83	0.52

Colheita 3

Tratamento	C. Raiz (cm)	V. R (ml)	Pf R (g)	Ps R (g)
c	25.50	6.95	7.30	1.54
5mM	28.67	7.80	8.25	1.82
10mM	37.5	15.57	15.93	2.90

Anexo 9. Média do comprimento, peso fresco e seco do caule do Feijão Nhemba, nas 3 colheitas efectuadas.

Colheita 1

Tratamento	C. Caule (cm)	Pf C (g)	Ps C (g)
c	45.08	5.22	0.43
5mM	42.50	4.49	0.37
10mM	46.33	6.36	0.54
50mM	34.00	2.88	0.30
100mM	32.50	2.32	0.27

Colheita 2

Tratamento	C. Caule (cm)	Pf C (g)	Ps C (g)
c	77.50	10.42	1.00
5mM	79.33	9.31	1.03
10mM	54.50	13.65	1.37
50mM	39.33	3.91	0.45
100mM	29.83	2.86	0.37

Colheita 3

Tratamento	C. Caule (cm)	Pf C (g)	Ps C (g)
c	149.83	14.77	2.55
5mM	143.33	15.45	2.30
10mM	154.56	20.13	2.17

Anexo 10. Média do peso fresco, peso seco, número e área das folhas do Feijão Nhemba, nas 3 colheitas efectuadas.

Colheita 1

Tratamento	N folhas	Pf F (g)	Ps F (g)	A. foliar
c	9.83	5.18	0.41	233.25
5mM	11.00	4.45	0.43	190.32
10mM	13.5	7.11	0.63	306.72
50mM	9.33	3.31	0.36	139.36
100mM	7.67	3.20	0.34	131.43

Colheita 2

Tratamento	N folhas	Pf F (g)	Ps F (g)	A. foliar
c	14.17	5.62	0.60	263.09
5mM	17.17	6.38	0.70	305.11
10mM	14.70	9.08	1.06	371.83
50mM	8.83	4.36	0.44	176.65
100mM	5.17	2.21	0.28	100.93

Colheita 3

Tratamento	N folhas	Pf F (g)	Ps F (g)	A. foliar
c	16.67	5.22	0.48	211.99
5mM	16.33	5.12	0.60	223.08
10mM	14.33	5.08	1.05	337.58

Anexo 11. Média do peso fresco e seco total da planta e, do número de nódulos do Feijão Nhemba, nas 3 colheitas efectuadas.

Colheita 1

Tratamento	N Nodulos	Pf Planta (g)	Ps Planta (g)
c	8.83	15.49	1.32
5mM	12.17	15.06	1.38
10mM	23.50	21.23	2.08
50mM	4.56	12.26	1.36
100mM	9.00	11.56	1.82

Colheita 2

Tratamento	N Nodulos	Pf Planta (g)	Ps Planta (g)
c	22.33	23.11	2.83
5mM	25.00	24.33	2.74
10mM	37.17	33.50	3.48
50mM	6.67	15.45	1.68
100mM	4.67	8.91	0.66

Colheita 3

Tratamento	N Nodulos	Pf Planta (g)	Ps Planta (g)
c	33.67	27.301	4.58
5mM	29.33	28.83	4.72
10mM	36.67	41.15	6.14

Anexo 12. Média da TCR, RAF, TCA e TAA do Feijão Nhemba, nas 3 colheitas efectuadas.

Colheita 1

Tratamento	TCR	TCA	RAF	TAA
c	0.12	0.16	563.03	0.00023
5mM	0.11	0.16	431.03	0.00027
10mM	0.10	0.22	478.04	0.00022
50mM	0.09	0.12	386.25	0.00025
100mM	0.06	0.11	377.28	0.00018

Colheita 2

Tratamento	TCR	TCA	RAF	TAA
c	0.08	0.24	415.60	0.00021
5mM	0.09	0.25	450.97	0.00021
10mM	0.10	0.35	345.16	0.00030
50mM	0.09	0.16	417.20	0.00024
100mM	0.14	0.09	338.56	0.00043

Colheita 3

Tratamento	TCR	TCA	RAF	TAA
c	0.05	0.27	506.17	0.00013
5mM	0.06	0.28	378.71	0.00016
10mM	0.06	0.41	322.71	0.00021

Anexo 13. Média da RPsR, RPsF, RPR/A e DR do Feijão Nhemba, nas 3 colheitas efectuadas.

Colheita 1

Tratamento	RPsF	RPsR	RPR/A	DR
c	0.32	0.34	1.08	0.85
5mM	0.31	0.41	1.33	0.91
10mM	0.30	0.43	1.43	0.84
50mM	0.27	0.49	1.88	0.93
100mM	0.20	0.62	3.41	1.01

Colheita 2

Tratamento	RPsF	RPsR	RPR/A	DR
c	0.21	0.44	2.22	0.90
5mM	0.25	0.39	1.54	1.01
10mM	0.30	0.28	0.96	1.00
50mM	0.25	0.47	2.00	0.93
100mM	0.42	0	0	0.93

Colheita 3

Tratamento	RPsF	RPsR	RPR/A	DR
c	0.10	0.33	4.17	1.06
5mM	0.12	0.391	3.26	1.05
10mM	0.16	0.48	3.18	1.02

Anexo 14. Tabelas de correlação ente alguns parâmetros, em todos os tratamentos do feijão Nhemba (o valor apresentado é o valor de r).

Contr	PF	RPF	RPR	TAA	TCR
AF	0.3802	0.0091		0.1234	0.0001
TAA		0.4536			
TCR		0.7706	0.0047		

5mM	PF	RPF	RPR	TAA	TCR
AF	0.8207	0.0094		0.0049	0
TAA		0.7152			
TCR		0.9253	0.0141		

10mM	PF	RPF	RPR	TAA	TCR
AF	0.8084	0.0652		0.0004	0
TAA		0.3145			
TCR		0.8401	0.433		

50mM	PF	RPF	RPR	TAA	TCR
AF	0.8953	0.0085		0.0464	0.0009
TAA		0.2933			
TCR		0.0171	0.0003		

100mM	PF	RPF	RPR	TAA	TCR
AF	0.9343	0.0003		0.1734	0.0207
TAA		0.7126			
TCR		0.7392	0.7963		

A classificação é feita de acordo com Fowler e Cohen (1996):

- Muito fraca – Entre 0.00 e 0.19
- Fraca – Entre 0.20 e 0.39
- Moderada – Entre 0.40 e 0.69
- Forte – Entre 0.70 e 0.89
- Muito forte – Entre 0.90e 1.00

Anexo 15. Tabelas de correlação ente alguns parâmetros, em todos os tratamentos do feijão Jugo (o valor apresentado é o valor de r).

Contr		PF	RPF	RPR	TAA	TCR
	AF	0.3395	0.0548		0.277	0.0304
	TAA		0.21			
	TCR		0.0583	0.0288		

5mM		PF	RPF	RPR	TAA	TCR
	AF	0.764	0.2132		0.2276	0.121
	TAA		0.1535			
	TCR		0.0241	0.0156		

10mM		PF	RPF	RPR	TAA	TCR
	AF	0.8899	0.1966		0.0794	0.0483
	TAA		0.0683			
	TCR		0.2266	0.4243		

50mM		PF	RPF	RPR	TAA	TCR
	AF	0.9497	0.2935		0.5294	0.442
	TAA		0.007			
	TCR		0.0073	0.0202		

100mM		PF	RPF	RPR	TAA	TCR
	AF	0.9626	0.1205		0.9621	0.9184
	TAA		0.0616			
	TCR		0.0952	0.3406		

A classificação é feita de acordo com Fowler e Cohen (1996):

- Muito fraca – Entre 0.00 e 0.19
- Fraca – Entre 0.20 e 0.39
- Moderada – Entre 0.40 e 0.69
- Forte – Entre 0.70 e 0.89
- Muito forte – Entre 0.90e 1.00