

**PRODUÇÃO DE BIOMASSA E ACUMULAÇÃO DE NUTRIENTES PELA
GRAVIOLEIRA (*Annona muricata* L.) EM CONDIÇÕES DE VIVEIRO E
CAMPO.**

ZENAIDE BARBOSA

FORTALEZA - CEARÁ

2000

**PRODUÇÃO DE BIOMASSA E ACUMULAÇÃO DE NUTRIENTES PELA
GRAVIOLEIRA (*Annona muricata* L) EM CONDIÇÕES DE VIVEIRO E
CAMPO.**

ZENAIDE BARBOSA

**TESE SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, COMO
REQUISITO PARCIAL À OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR.**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FORTALEZA - CE

2000

B213p Barbosa, Zenaide

Produção de biomassa e acumulação...

/Zenaide Barbosa. ____ Fortaleza: Universidade
Federal do Ceará / Departamento de Fitotecnia,
2000.

61. pg.: il.

1 – Biomassa – acumulação de nutrientes.

2 – *Annona muricata* L. 3 – Graviola - nu
trição mineral.

CDD 632

Esta tese foi apresentada como parte dos requisitos à obtenção do grau de Doutor em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia, outorgada pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta Tese é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Zenaide Barbosa

TESE APROVADA EM: 05 de Maio de 2000.

Prof. Ismail Soares - Dr. - Orientador

Prof. Raimundo de Pontes Nunes - Dr. - Co-Orientador

Prof. Silvestre Fernandez Vásquez - Dr. - Conselheiro

Prof. Lindbergue Araújo Crisóstomo - Dr. - Conselheiro

Prof. Joaquim Albenízio Gomes da Silveira - Dr. - Conselheiro

AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA/CNPAT) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES), respectivamente pelas condições de desenvolvimento da pesquisa e concessão de bolsa de estudo durante o curso;

Ao Departamento de Fitotecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, pela contribuição à minha formação científica;

Ao Professor Ismail Soares, pela Orientação, estímulo e amizade, indispensáveis para a conclusão deste trabalho;

Ao Dr. Clodion Torres Bandeira, pela sua importância na oportunidade oferecida para realização da pesquisa. Ao Dr. Lindbergue Araújo Crisóstomo, pelo apoio no uso de laboratório e equipamentos necessários às análises de solo e planta.

Aos membros da Comissão Avaliadora deste trabalho, Profs. Ismail, Pontes, Albenizio, Lindbergue e Silvestre pelas valiosas sugestões oferecidas;

Aos Profs. Pontes, Wilam e Benbadiz, pelo apoio, carinho, amizade e incentivos dados durante minha vida acadêmica.

Ao grande amigo José Airton Nunes Rodrigues (PIBIB – CNPq) pela sua importância e dedicação na execução das análises estatísticas, na confecção dos gráficos e no valioso auxílio prestado durante a defesa da tese e, sobre tudo, pela amizade e auxílio em várias outras etapas de execução da pesquisa.

Aos grandes amigos Benedito e Nelma, pela amizade, carinho, apoio nos momentos mais difíceis e pela maravilhosa hospedagem num lar repleto de amor, carinho e amizade.

Aos grandes amigos de curso e companheiros de jornada: Kátia, Eleonora, Paulo Sérgio, Benedito, Nelma, Timbó, Machadinho, Adna e monsenhor Oscar, pela ajuda, incentivo e excelente convívio, que contribuíram para que meus objetivos acadêmicos fossem atingidos mais suavemente;

À minha querida **mãe** (*“in memoriam”*), que mesmo ausente, se faz constantemente presente através de seus ensinamentos.

Ao meu querido **pai**, irmãos, cunhados, sobrinhos, tios e primos pelo carinho com que me perdoaram pelos longos momentos de exílio, pela amizade, amor e sobretudo pela fé, torcida e orgulho por mais esta vitória em minha árdua caminhada:

Àqueles que tiveram participações especiais na execução desta pesquisa: Egnaldo Bezerra Bandeira, Francisco Eunário Pereira, José Claudeirton Rabelo e Manoel Batista.

SUMÁRIO

	página
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiv
INTRODUÇÃO	1
1. REVISÃO DE LITERATURA	3
1.1. Descrição Geral da Planta	3
1.2. Absorção de Nutrientes pelas Plantas	6
2. MATERIAL E MÉTODOS	15
2.1. Caracterização da Área Experimental	15
2.2. Experimento de Viveiro	15
2.3. Experimento de Campo	17
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
3.1. Experimento de Viveiro	20
3.1.1. Características de Crescimento Vegetativo das Mudanças de Graviolera	20
Acumulação de Biomassa Seca	20
Altura e Diâmetro do Colo	21
3.1.2. Absorção de Nutrientes pelas Mudanças de Graviolera	24
Macronutrientes	24
Micronutrientes	30
3.2. Experimento de Campo	35
3.2.1. Características de Crescimento Vegetativo das Plantas de Graviolera	35

LISTA DE TABELAS

	página
Caracterização química do solo da área experimental (médias de 12 repetições)	19
Distribuição de matéria seca das raízes, caule e folhas em mudas de gravioleira em função dos dias após a repicagem (DAR)	22
Distribuição de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na parte aérea de mudas de gravioleira em função dos dias após a repicagem (DAR)	26
Distribuição de cobre, ferro, manganês e zinco na parte aérea de mudas de gravioleira em função dos dias após a repicagem (DAR)	32
Distribuição de matéria seca do caule e das folhas em plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio (MAT)	35
Distribuição de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea de plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio (MAT)	39
Distribuição de cálcio, magnésio e enxofre na parte aérea de plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio (MAT)	42
Distribuição de cobre, ferro, manganês e zinco na parte aérea de plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio (MAT)	46
Extração de nutrientes pela gravioleira cultivada em condições de Viveiro e no campo, do 1º ao 2º ano	49

LISTA DE FIGURAS

	Página
Produção de biomassa seca total (MST), do caule (MSC), das folhas (MSF) e das raízes (MSR) em mudas de gravioleira em função dos dias após a repicagem.....	21
Altura das mudas de gravioleira em função dos dias após a repicagem.....	23
Diâmetro do colo das mudas de gravioleira em função dos dias após a repicagem.....	23
Absorção total de nitrogênio e acumulação no caule e nas folhas em mudas de gravioleira em função dos dias após a repicagem.....	26
Absorção total de fósforo e acumulação no caule e nas folhas em mudas de gravioleira em função dos dias após a repicagem.....	27
Absorção total de potássio e acumulação no caule e nas folhas em mudas de gravioleira em função dos dias após a repicagem.....	28
Absorção total de cálcio e acumulação no caule e nas folhas em mudas de gravioleira em função dos dias após a repicagem.....	29
Absorção total de magnésio e acumulação no caule e nas folhas em mudas de gravioleira em função dos dias após a repicagem.....	29
Absorção total de cobre e acumulação no caule e nas folhas em mudas de gravioleira em função dos dias após a repicagem.....	31
Absorção total de ferro e acumulação no caule e nas folhas em mudas de gravioleira em função dos dias após a repicagem.....	33
Absorção total de manganês e acumulação no caule e nas folhas em mudas de gravioleira em função dos dias após a repicagem.....	33
Absorção total de zinco e acumulação no caule e nas folhas em mudas de gravioleira em função dos dias após a repicagem.....	34

Produção de biomassa seca total (MST), do caule (MSC) e das folhas (MSF) e das raízes (MSR) em plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio	36
Altura das plantas de gravioleira em função dos meses após o trans- Plantio	38
Diâmetro do colo das plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio	38
Absorção total de nitrogênio e acumulação no caule e nas folhas em plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio	39
Absorção total de fósforo e acumulação no caule e nas folhas em plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio	40
Absorção total de potássio e acumulação no caule e nas folhas em plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio	41
Absorção total de cálcio e acumulação no caule e nas folhas em plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio	42
Absorção total de magnésio e acumulação no caule e nas folhas em plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio	44
Absorção total de enxofre e acumulação no caule e nas folhas em plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio	44
Absorção total de cobre e acumulação no caule e nas folhas em plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio	45
Absorção total de ferro e acumulação no caule e nas folhas em plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio	47
Absorção total de manganês e acumulação no caule e nas folhas em plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio	47
Absorção total de zinco e acumulação no caule e nas folhas em plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio	48

RESUMO

Apesar do interesse crescente da agroindústria pelo cultivo da gravioleira no semi-árido nordestino, especialmente no estado do Ceará, poucos são os trabalhos que buscam sistematizar o conhecimento à respeito da nutrição mineral da cultura. Entretanto, para um programa racional de adubação na produção de mudas e no cultivo no campo, o conhecimento da absorção de nutrientes, durante os estádios de desenvolvimento da planta, torna-se imprescindível por possibilitar o fornecimento de nutrientes em épocas e doses adequadas ao bom desenvolvimento da planta. Com esse objetivo, foram instalados dois experimentos, um em viveiro e o outro em campo. O experimento em viveiro foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos de treze épocas de amostragem de plantas (15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165, 180 e 195 dias após a repicagem das plântulas), com 5 repetições. As mudas foram cultivadas em sacola de polietileno, contendo 5 dm³ da mistura solo: humo na proporção 3:1 (v/v). A cada 15 dias coletaram-se plantas para determinar a produção de biomassa e a quantidade de nutrientes acumulados na parte aérea. O experimento em campo foi instalado no delineamento de blocos ao acaso com subamostragem, sendo que os tratamentos foram constituídos de 10 épocas de amostragens de caule e folhas (2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 meses após o transplântio das mudas), com 4 repetições e 4 subamostragens. As plantas foram cultivadas em solo classificado como Areia Quartzosa distrófica, no espaçamento 3 x 3 m. A cada dois meses foram coletadas plantas para determinação da produção de biomassa e a quantidade de nutrientes acumulada na parte aérea. No experimento em viveiro, o crescimento das plantas, representado pela produção de biomassa e pelo incremento em altura, foi lento até aos 105 dias após a repicagem das mesmas, com taxas de crescimento quinzenal de 0,35g e 3,3 cm, respectivamente, posteriormente a taxa de produção de biomassa aumentou para 1,62g, enquanto a taxa de crescimento em altura manteve-se constante até o final do período estudado. A absorção de nutrientes, pelas mudas, seguiu a mesma tendência da curva de produção de biomassa, exceto para o N e o Mn, obtendo-se as seguintes ordens para os macronutrientes: K > N > Ca > Mg > P e

para os micronutrientes: Fe > Zn > Mn > Cu. Baseando-se na extração de NPK pelas mudas, pode-se recomendar 60-20-114 como doses de N-P₂O₅-K₂O em g/m³ de substrato, para adubação na fase de viveiro. No experimento em campo, também observou-se que o desenvolvimento das plantas, representado pela produção de biomassa e pelo crescimento em altura, foi lento até ao 10^o mês após o transplante, com taxas de crescimento mensal de 4,7g e 4,0 cm, respectivamente. Posteriormente a taxa de produção de biomassa aumentou para 33,6g, enquanto a taxa de crescimento em altura manteve-se até o final do período estudado. A absorção de macronutrientes, pelas mudas, seguiu a curva de produção de biomassa, enquanto que para os micronutrientes, o mesmo não foi observado. Obteve-se as seguintes ordens para os macronutrientes: K > N > P > Ca > Mg > S e para os micronutrientes: Mn > Zn > Fe > Cu. Não foi possível recomendar adubação de campo, em função do pequeno desenvolvimento das plantas, devido o manejo da irrigação não ter obedecido o cronograma estabelecido na condução da pesquisa.

ABSTRACT

Despite of agroindustrial interest on sour soup cultivation in Brazil northeastern semi-arid region, specially in Ceará, only few jobs have tried to adequate the knowledgement about its mineral nutrition. Nevertheless, for a racional manuring program for seedlings production and field cultivation, nutrients absorption understanding, during plant development stages, has been essencial to make possible nutrients supply in appropriate time and doses for plant development. Under this view, two experiments were conducted: the experiment under greenhouse was completely randomized, the treatments composed of 13 plants sampling time (15, 30, ..., and 195 days after seedlings trasfering) with 5 replicates. The seedling were cultivated in polietileen bags, with 5 dm³ of soil: humus (3:1) mixture (v/v). Each 15 days, plants were harvested to determinate biomasss production and accumulated nutrient quantity in shoot. Field experiment was a randomized complete block with sub-sampling, the treatment composed of 10 sampling times of leaves and stem (2, 4, ..., and 20 months after seedlings transplantation) with 4 replicates and 4 sub-sampling. Plants were cultivated indistrofic Quartz Sand Soil. Each two months they were harvested to determinate biomass production and accumulated and nutrient quantity in shoot. Greenhouse experiment, plants growth, rep̄esented by biomass production and height increase was slow until 105 days after transferring with fortnight growth rates of 0,35 g and 3,3 cm, respectively. Subsequently the biomass production rates increased to 1,62 g, while growth rate in height remained constant until the end of the period. Nutrient absorption, by seedlings, followed the same tendency of biomass production curve except for N and Mn, resulting the following order for macronutrients: K > N > Ca > Mg > P and Fe > Zn > Mn > Cu for micronutrients. Based on NPK extraction by seedlings 60-20-114 doses of N-P₂O₅-K₂O for g/m³ of substrate may be recommended for greenhouse stage manuring. On field experiment, plants development was observed too, represented by biomass production and plant height, was slow until the tenth month after transplanting, with monthly growth rates of 4,7 g and 4,0 cm

respectively. Subsequently, biomass production rates increased to 33,6 g, while growth rate in height remained unaltered until the end of the period. Macronutrients absorption by seedling, followed the biomass production curve, while micronutrients were not altered. The following orders for macronutrients: $K > N > P > Ca > Mg > S$ and micronutrients: $Mn > Zn > Fe > Cu$ were obtained. It was not possible to recommend field manuring since plant development was slow due to problem on irrigation schedule.

INTRODUÇÃO

O fruto da gravioleira, conhecido por graviola, possui ótimo mercado interno, além de grandes perspectivas para o mercado externo. Sua utilização, em grande escala, como matéria prima para a indústria de alimentos, baseia-se no fato da polpa, de sabor agradabilíssimo, prestar-se ao consumo *in natura*, bem como à produção de sucos, sorvetes, etc.

Embora encontrando na região Nordeste brasileira, condições edafoclimáticas compatíveis com suas exigências; no geral, a baixa produtividade dos pomares de gravioleira esbarra não somente na inexistência de variedades botanicamente definidas e produtivas, mas também na escassez de conhecimentos técnico-científicos que auxiliem os produtores quanto aos aspectos nutricionais da produção de mudas e do cultivo da planta no campo. Apesar da importância desses conhecimentos na produtividade das plantas e na qualidade do produto final, recomendações de adubação de pomares de gravioleira, baseiam-se, em geral, na adoção de recomendações feitas para outras plantas frutíferas. Até o momento, estudos relacionados aos aspectos nutricionais das mudas, contemplam apenas pesquisas sobre sintomas nutricionais e níveis de carência e absorção dos nutrientes. Além disso, a expansão econômica de sua área de cultivo é limitada, principalmente, pela falta de incentivos fiscais e uma política agrícola efetiva por parte dos Governos Federal e Estadual.

Neste sentido, os estudos de nutrição de plantas, baseados na análise da composição mineral de seus tecidos, têm sido uma ferramenta importante, utilizada tanto na avaliação da fertilidade do solo quanto na obtenção de informações relacionadas ao estado nutricional das plantas. Desta forma, mostram-se indispensáveis no planejamento de práticas racionais de adubação, por possibilitar a determinação do período de maior demanda de nutrientes essenciais.

A produção de matéria seca, associada à composição mineral dos tecidos, permitem a obtenção de informações seguras quanto às épocas mais convenientes de aplicação de fertilizantes e suas respectivas quantidades requeridas.

O objetivo desta pesquisa foi estudar a produção de biomassa e a absorção de nutrientes pela gravioleira em condições de viveiro e campo; tendo em vista contribuir com conhecimentos que possam auxiliar na formulação de programas de adubação da cultura da gravioleira.

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1. Descrição geral da Planta

Popularmente conhecida por vários nomes, dentre os quais: jaca de pobre, coração de rainha, araticum manso, sour sop, soursop, guanabana; a gravioleira pertence à Família Annonaceae, que está incluída na Ordem Magnoliales da Classe Dicotyledoneae. Cientificamente é denominada *Annona muricata* L. A Família Annonaceae é constituída por mais de 200 gêneros, dos quais o gênero *Annona* se destaca por possuir espécies produtoras de frutos comestíveis que são consumidos “*in natura*” ou podem ser explorados comercialmente através dos vários produtos industrializados (IWOOKA, et al., 1993; BOSCO et al., 1994; MANICA, 1994; RASAI et al., 1995).

A planta, conforme descrita por LEDERMAN & BEZERRA (1991), RAMOS (1992) e MANICA (1994), apresenta as seguintes características: árvore de pequeno porte, podendo alcançar entre 3,5-8,0 m de altura; caule único com copa reduzida, de ramificação assimétrica e folhagem compacta; folhas inteiras, ovadas, oblongas ou elípticas, de coloração verde-escura brilhante na face adaxial e verde-amarelada na face abaxial, glabras, de consistência coriácea, com nervuras pouco perceptíveis e pecíolos curtos. As flores hermafroditas originam-se nas axilas de ramos ou diretamente no tronco, em número de 1 a 4; apresentam pedúnculo curto; o cálice constitui-se de 3 sépalas pequenas (2-3 mm de comprimento), de coloração verde-escura; a corola é formada por 6 pétalas dispostas alternadamente, sendo as 3 externas carnosas, cordiformes, coriáceas, côncavas, medindo 2,5-3 cm de comprimento por 2-4 cm de largura, com bordas unidas no botão, pré-floração valvar, coloração creme ou amarelada e, as 3 internas arredondadas, delgadas, côncavas, apresentando-se com 2-4 cm de comprimento por 1-3 cm de largura, amareladas, e pré-floração imbricada. O androceu contém numerosos estames e ocupa a parte central e mais interna do receptáculo floral; os grãos de pólen são ovóides, pegajosos e de coloração amarelo-

transparente. O gineceu, formado por muitos carpelos e vários estigmas unidos cada um a um ovário, assume a forma de um cone arredondado, ocupando o polo superior do receptáculo. As sementes, medindo de 15-20 mm de comprimento, são ovóides e aplainadas, apresentam testa dura e coloração marrom escura brilhante. O fruto múltiplo, é classificado como sincarpo ou baga composta, tem forma elipsoidal ou ovóide, muitas vezes assimétrico ou disforme no ápice, devido a polinização deficiente ou aos óvulos que não foram fecundados. Os carpelos, separados por um sulco fino, geralmente levam no centro um pseudo espinho curto, carnoso, mole e curvo para baixo. A casca verde-escura passa a verde-clara brilhante quando o fruto amadurece. A polpa branca e sucosa é geralmente ácida, muito aromática, de sabor agradável e possuidora de alto teor de vitaminas A e C.

Botanicamente, a inexistência de cultivares definidas de graviola se deve ao fenômeno da dicogamia, mais especificamente a protoginia, em que a maturação do órgão sexual feminino (gineceu) ocorre antes da maturação do órgão sexual masculino (androceu), que favorece, predominantemente, a polinização cruzada; além da heterostilia ou posição do pistilo acima dos estames, o que dificulta a polinização natural. Desta forma, os genótipos Morada, Blanca, Lisa, Graviola A, Graviola B, FAOII e M-415 são os mais comumente referenciados em trabalhos de pesquisa (LOPES, 1984; LEDERMAN e BEZERRA, 1991; RAMOS, 1992; GAZEL FILHO et al., 1994; MANICA et al., 1994; PINTO & SILVA, 1994; GAZEL FILHO & MENEZES, 1995).

Referências indicam a América Central, as Antilhas e os vales Peruanos como possíveis centros de origem da espécie que, de acordo com as exigências específicas para vegetar e frutificar é classificada como fruteira tropical sensível a geada (GIACOMETTI, 1978; SILVA et al., 1986; LEDO & CABANELAS, 1996).

Bastante difundida em países tropicais e subtropicais, no Brasil, a gravioleira foi introduzida pelos portugueses desde o século XVI, sendo as regiões Norte e Nordeste as áreas de maior concentração da produção. Considerada como a anonácea mais tropical em exigência climática, a espécie vegeta muito bem em clima A e Aw da classificação de KOOPEN, com temperaturas variando de 21-30 °C. Altitudes até 1200m e precipitações pluviiais superiores a 1000 mm anuais, não constituem problemas para a gravioleira, desde que, não ocorram geadas, oscilações bruscas de temperatura e chuvas no período de frutificação (CASTRO et al., 1984; CARDOSO et al., 1989; LOPES et al., 1994; MANICA, 1994; PINTO & SILVA, 1994).

Espécie altamente rústica, a graviola é encontrada ainda em estado silvestre, desenvolvendo-se nos mais variados tipos de solos, entre eles, nos rochosos, arenosos rasos, argiloarenosos e calcários. Contudo, solos de aluvião e outros solos profundos, ricos em matéria orgânica, de textura mediana, bem drenados, com boa retenção de umidade e com pH ligeiramente ácido (5,5-6,5) são considerados excelentes para o seu cultivo. Apesar das afirmativas de que as anonáceas não são exigentes em solos e crescem bem em áreas de baixa fertilidade, tem-se verificado que, as colheitas são maiores e a planta é mais resistente a pragas e doenças, quando o solo é manejado com eficiência (NOONAN, 1954; MELO et al., 1983; PINTO & SILVA, 1986; LOPES et al., 1994; MANICA et al., 1994; SILVA & SILVA, 1986).

No estado da Paraíba, esta anonácea é explorada com maior frequência nas regiões fisiográficas compreendidas pelo litoral e clima serrano. Nestas áreas, a precipitação pluvial é superior a 1000 mm, sendo as chuvas distribuídas regularmente, principalmente, entre os meses de maio a agosto. No estado do Ceará, a gravioleira é explorada em áreas marginais que apresentam solos pobres, principalmente, do tipo Areia Quartzosa distrófica e em menor escala nos Podzólicos Vermelho Amarelo (MELO et al., 1983; LOPES, 1984).

Agronomicamente, a gravioleira apresenta sistema radicular bem desenvolvido, cuja distribuição varia em função das condições ambientais e do manejo do sistema água-plantas. Floresce e frutifica na maior parte do ano, embora haja épocas definidas para essas funções, as quais variam com a região e práticas culturais adotadas (ESCOBAR et al., 1986). A sua baixa produtividade é decorrente da natureza extrativa do cultivo e principalmente pela inexistência de variedades botanicamente definidas e produtivas. Neste sentido, tem-se observado que na maioria dos pomares, os diversos tipos se diferenciam em função da produção, tamanho e forma do fruto. Portanto, há necessidade de introdução e seleção de material genético, a fim de se avaliar e posteriormente difundir aquele que apresente o melhor conjunto de características agrônomicas. Conseqüentemente, um programa de melhoramento, incluindo seleção e avaliação, assume grande importância na obtenção de graviolas com características comerciais desejáveis (LOPES, 1994; GAZEL FILHO & MENEZES, 1995).

A germinação, das sementes é lenta e tardia, possivelmente, em decorrência de fatores intrínsecos e extrínsecos que incidem sobre elas. Neste sentido, vários são os métodos de quebra de dormência utilizados para acelerar o processo de

germinação de sementes de gravioleiras, visando posterior recomendação para a produção de mudas (LEDO & CABANELAS, 1997).

No tocante à propagação, a reprodução é recomendada apenas para a obtenção de cavalos ou porta enxertos. Quanto à propagação assexual, as pesquisas têm se concentrado na alporquia, enxertia e cultura de tecidos (LEDERMAN et al., 1991; RASAI et al., 1995; LEDO & FORTES, 1997).

A crescente demanda e interesse, por parte dos consumidores e da indústria, pela graviola, decorre do sabor da polpa de seu fruto que pode servir tanto ao consumo "*in natura*" quanto à preparação de sucos, cremes, sorvetes etc. Estas considerações justificam a inclusão da graviola no rol das frutas tropicais brasileiras de excelente valor comercial. Apesar da fruteira possuir ótimo mercado interno, com grandes perspectivas para a exportação, bem como por apresentar alto valor potencial produtivo, a falta de incentivos fiscais e a escassez de informações quanto aos aspectos nutricionais da produção de mudas e cultivo da planta no campo são os principais fatores que determinam as dificuldades referentes à expansão econômica da área de cultivo da gravioleira, na região Nordeste, (LOPES, 1984; LOPES et al., 1994; MANICA et al., 1994; BOSCO et al., 1996; LEDO & CABANELAS, 1997).

1.2. Absorção de Nutrientes pelas Plantas

Em geral, a absorção de nutrientes pelas plantas pode ser caracterizada sob três aspectos: a) **seletividade** - entre os nutrientes minerais, alguns podem ser preferencialmente absorvidos, enquanto outros são discriminados ou praticamente excluídos; b) **acumulação** - a concentração de um determinado nutriente mineral pode ser muito superior na planta quando comparado ao solo; e c) **genótipo** - a característica de absorção de íons varia entre e dentro da espécie (MARSCHNER, 1995).

A taxa de absorção de nutrientes minerais pelas raízes das plantas, e conseqüentemente a composição mineral dos tecidos vegetais são influenciadas, direta ou indiretamente, por diversos fatores ambientais; entre os quais, merecem destaque a concentração externa, temperatura, interações iônicas, luz e água (MARSCHNER, 1995).

Poucas pesquisas abordam o processo de mobilização de reservas e sua contribuição na superação das adversidades temporárias que restringem a absorção de

nutrientes em plantas perenes tropicais. Em relação à temperatura do solo, plantas decíduas de clima temperado, embora apresentando dormência durante o inverno, sustentam as atividades fisiológicas, iniciadas na primavera, às custas das reservas do caule e ramos, até que a temperatura aumente suficientemente para permitir a produção de novas raízes absorventes (HARLEY et al., 1949 citados por REDDY & MAJMUDAR, 1985; REDDY & MAJMUDAR, 1985).

Estudos relacionados ao teor de umidade do solo têm evidenciado que, normalmente, as quantidades de nutrientes absorvidas pelas espécies diminuí nas estações mais secas do ano. Nestes períodos, verifica-se a redução da solubilidade dos nutrientes e conseqüentemente das suas respectivas absorções e acumulações pelas plantas. Por outro lado, o excesso de umidade do solo, também pode diminuir a absorção de nutrientes através do aumento de suas respectivas lixiviações (YAACOB et al., 1985) e/ou pelo efeito de diluição dos mesmos, visto que, sob tais condições, a taxa de produção de biomassa aumenta consideravelmente (FERNANDES et al., 1989).

Pesquisa sobre os teores de nutrientes nas folhas e a exportação dos mesmos pela castanha e pelo pseudofrutos de dois clones de cajueiro anão precoce, constatou variações consideráveis de nutrientes em função da umidade do solo (FRAGOSO, 1996). Segundo o autor, os teores de N, P e Mg aumentaram após o período de chuva mais intensa, atingindo valores máximos no início da estação seca; portanto, o maior teor de umidade do solo contribuiu para os aumentos de disponibilidade e absorção dos nutrientes considerados. Com a diminuição da umidade do solo, em função da escassez de chuvas, houve tendência de declínio dos teores destes mesmos nutrientes, provavelmente devido a reduzida atividade do sistema radicular.

Em cajueiro, os valores máximos alcançados pela relação foliar de K/N, no início da estação seca, indicam que a planta acumulou, comparativamente, mais K no período considerado, em função da garantia da manutenção de um elevado potencial hídrico na fase reprodutiva subsequente. Os valores mínimos alcançados pela relação considerada, durante a estação chuvosa, coincidiram com o período em que a planta apresentou elevada taxa de crescimento vegetativo e, portanto, indica a necessidade de maiores quantidades de N para a formação de tecidos novos, nesta fase (HARISHU KUMAR et al., 1981).

Relacionando, simultaneamente, o teor de umidade do solo com as fenofases das plantas, FRAGOSO (1996) concluiu que os aumentos nos teores de N, P e

Mg, em clones de cajueiro anão-precoce, deveram-se à considerável exportação dos nutrientes das folhas velhas e senescentes para as brotações; tendo este período coincido com o término da fase de repouso vegetativo e início da emissão de folhas e formação de primórdios florais. Por sua vez, a tendência de diminuição nos teores dos nutrientes considerados, foi relacionada à fase de floração e estabelecimento e crescimento dos frutos; portanto, indicando suas utilizações no processo de formação das estruturas reprodutivas, fato este corroborado pelos posteriores aumentos e estabilizações dos respectivos nutrientes durante o período de repouso vegetativo ou de ausência de drenos fisiológicos fortes.

As reduções nos teores foliares de N, P e K, em goiabeira, corresponderam ao período seco e mais frio do ano; devendo-se não somente à baixa absorção dos respectivos nutrientes, mas também às suas translocações para as partes mais jovens das plantas, representadas por brotos e flores (FERNANDES et al., 1989). As tendências de aumentos e posteriores diminuições acentuadas de Ca e Mg, no limbo foliar, foram relacionadas ao efeito diluição em função da elevada biomassa foliar das plantas comparada aos demais períodos do ano.

Estudo semelhante, em mangueira, verificou que a redução no teor foliar de Ca, esteve relacionada à diluição do nutriente, em função do aumento da biomassa, tendo em vista o nutriente não sofrer translocação na planta. Reduções acentuadas nos teores de N, P e K, foram, além disso, relacionadas às fenofases de floração e frutificação, indicando translocações dos respectivos nutrientes, dos órgãos foliares para as gemas (NASCIMENTO, 1989).

Em abacateiro, também foi verificado que as variações ocorridas nos teores de Ca, durante o período de chuva, deveram-se à diluição do nutriente, uma vez que o mesmo praticamente não sofre translocação dado sua imobilidade nas plantas (NASCIMENTO et al., 1989). As reduções nos teores de N, P e K nas fenofases de florescimento e frutificação, também são indicativos das translocações foliares destes nutrientes para a formação de flores e frutos (NASCIMENTO et al., 1989).

Em macadâmia, a taxa de crescimento vegetativo, ocorrida na primavera, foi considerada como a principal responsável pelo declínio nos teores foliares de N, P, K, Mg, Cl e Mo; os quais após, permanecerem constantes durante o crescimento e acúmulo de óleo pelos frutos, voltaram a reduzir durante a segunda maior taxa de crescimento vegetativo no final do verão. Isto demonstrou a mobilização de consideráveis

quantidades dos nutrientes, de órgãos fisiologicamente maduros ou senescentes para locais em intensa atividade funcional, como ramos e folhas em formação (MALAVOLTA, 1979).

Outros estudos também reforçam, em cajueiro, a tendência de redução acentuada nos teores foliares de alguns nutrientes, entre os quais N, P e K coincidindo com o período de florescimento e frutificação, como resultado da translocação destes para os pontos de formação de gemas floríferas e de frutos (HARISHU KUMAR et al., 1982b; CORRÊA et al., 1991; MENEZES Jr., 1991).

No tocante às interações iônicas, tem sido verificado que a presença de outros cátions, notadamente a de potássio, afeta consideravelmente a absorção de cálcio e de magnésio e vice-versa (MENDEL & KIRKBY, 1987; MARSCHNER, 1995). Neste sentido, mudas de cajueiro, cultivadas em solução nutritiva, foram afetadas pela interação negativa entre disponibilidade de K no substrato e absorção de Mg (FALADE, 1978). Por sua vez, a deficiência de K na solução, não somente reduziu seu conteúdo nas folhas mas, ao mesmo tempo, aumentou acentuadamente os conteúdos de Ca e Mg (GOPIKUMAR & ARAVINDAKSHAN, 1986).

Em citros, altas doses de K reduziram a absorção de Mg, enquanto o Mg demonstrou ter efeito favorável em relação ao acúmulo foliar de Zn e Mn, devido atuar na translocação dos mesmos das raízes para a parte aérea (RODRIGUES, 1980).

O antagonismo entre os nutrientes K, Ca e Mg, também têm sido reportado para mudas de gravioleira cultivadas em solução nutritiva e em substrato arenoso, e submetidas à deficiências de Ca ou Mg. Sob estas condições, foi verificado aumentos significativos nos teores foliares de K. Por sua vez, a ausência de K proporcionou aumentos significativos nos teores foliares de Ca e Mg. Estes estudos, demonstraram também, aumentos significativos nos teores foliares de Ca em plantas submetidas à deficiência de Mg e vice-versa (ÁVILAN, 1975; SILVA et al., 1986). Os aumentos significativos nos teores de B foram verificados em plantas sob estresse de N, P, K e Ca (SILVA et al., 1986).

Outros exemplos são citados para a competição entre íons de mesma carga elétrica, como é verificado entre NH_4^+ e K^+ ou Mn^{2+} e Mg^{2+} , ou ainda para Cl^- e NO_3^- , entre outros; bem como para o sinergismo que acontece na absorção de cátions e ânions (MARSCHNER, 1995). Conseqüentemente, a nível de substrato e de planta, o

balanceamento entre os nutrientes torna-se imprescindível do ponto de vista da nutrição mineral das culturas.

Além das influências das variáveis ambientais, a composição mineral dos tecidos vegetais também pode ser influenciada pelo genótipo, pelo tipo de porta-enxerto empregado, pelo estado fitossanitário da planta, pelas práticas de adubação e pelo tipo de solo (TUKEY et al., 1961; MAGALHÃES, 1987; FALHAHI & MOUSAVI, 1991; VAZ FILHO et al., 1991).

Estudos dos teores foliares de macronutrientes, em sete genótipos de gravioleira, com 1 ano de idade, cultivadas em Latossolo Amarelo, areno-argiloso, do cerrado do Amapá; GAZEL FILHO et al. (1994) constataram, que o teor de Ca foi significativamente superior no genótipo Graviola B em comparação com os genótipos Morada, Blanca, FAOII, Graviola A e M-415; enquanto, os teores de N, P, K e Mg permaneceram praticamente semelhantes.

Tem sido considerado, que a capacidade da planta desenvolver em uma variedade de condições ambientais pode contribuir para dificultar a predição de suas exigências nutricionais; e, que em condições de campo, particularmente em solos de baixa fertilidade, as deficiências nutricionais ocorrem em conjunto e se prolongam durante anos em níveis subletais podendo, portanto, desencadear sintomas visuais de carência de nutrientes bastante diferente daqueles obtidos individualmente, em experimentos de curta duração com utilização de solução nutritiva (MENON & SULLADMATH, 1981; LATIS & CHIBILITI, 1988).

Entre os vários métodos utilizados na determinação do estado nutricional para conhecer a necessidade de adubação de plantas, a análise foliar, tem sido comumente empregada em experimentos de absorção e exportação de nutrientes.

Em gravioleira, estudos de absorção de nutrientes, constataram que esta espécie comparada a outras frutíferas como abacate, abacaxi, laranja, banana e pinha, retira do solo grande quantidade de nutrientes. Entre os macronutrientes, a extração de K geralmente tem sido superior à de N (Marchal e Bertin (1980) citados por SILVA et al., 1986).

Semelhantemente a outras espécies frutíferas, gravioleira submetida a condições de estresse e fornecimento adequado de nutrientes, apresentaram teores e conteúdos foliares afetados pela carência de um determinado nutriente no substrato. Neste sentido, mudas de gravioleira transferidas, aos 5 meses de idade, para soluções

nutritivas com ausência de determinados nutrientes, comparadas com aquelas transferidas para solução nutritiva completa, apresentaram reduções nas concentrações foliares de N, P, K, Mg, S e B, sendo o crescimento drasticamente reduzido na seguinte ordem decrescente de deficiência: Ca, B, N, Mg, S, P e K nas respectivas soluções, cujos nutrientes não estiveram presentes (SILVA et al., 1986).

Segundo ÁVILAN (1975), a composição química de folhas de gravioleira cultivada em substrato arenoso foi da ordem de: 1,76% de N; 0,29% de P; 2,60% de K; 1,76% de Ca e 0,20% de Mg no tratamento completo e 1,10% de N; 0,11% de P; 2,26% de K; 1,08% de Ca e 0,08% de Mg nos tratamentos com ausência dos respectivos nutrientes. Em condições de campo os teores foliares de nutrientes, em plantas de gravioleira foram respectivamente: 1,65% de N; 0,21% de P; 1,80% de K; 1,60% de Ca; 0,40% de Mg; 0,20% de S e 49 ppm de B (SILVA et al., 1986).

Estudando a marcha de absorção de nutrientes em urucum, em fase de viveiro: BASTOS et al. (1995), constataram que aos 60 dias a extração foi de, em mg/vaso, 25,3 de N; 2,3 de P; 18,9 de K; 4,3 de Ca; 4,6 de Mg e 2,0 de S e aos 210 dias a extração foi de 1655,8 de N; 325,4 de P; 2328,9 de K; 32,0 de Ca; 726,4 de Mg e 229,3 de S. As maiores acumulações de N foram verificadas nas folhas, enquanto que as de P, K, Ca, Mg e S foram verificadas no caule. O N, P e Mg foram os macronutrientes acumulados em maiores proporções nas diferentes partes das plantas. Segundo os autores, a extração total de macronutrientes apresentou a seguinte ordem decrescente: K > N > Mg > P > S > Ca.

Com relação aos micronutrientes CARVALHO et al. (1995) constataram variações nas quantidades extraídas ($\mu\text{g}/\text{vaso}$) de 0,24 de B; 2,5 de Cu; 0,5 de Fe; 2,3 de Mn e de 0,7 de Zn aos 60 dias e 49,3 de B; 12,6 de Cu; 211,0 de Fe; 217,5 de Mn e 133,4 de Zn aos 210 dias; tendo as raízes apresentado as maiores acumulações de micronutrientes. De acordo com o estudo, foi constatado que o Fe e o Mn foram os micronutrientes distribuídos em maiores proporções nos diferentes órgãos das plantas, enquanto o B, Cu e Zn mantiveram-se em menores proporções. A acumulação total de micronutrientes apresentou a seguinte ordem decrescente: Mn > Fe > Zn > B > Cu.

Em estudo de absorção de micronutrientes por mudas de eucalipto, em condição de viveiro, SILVEIRA et al. (1995b) verificaram que independente da idade das plantas, os teores de Cu, Fe e Zn foram extremamente elevados nas raízes, embora tenha ocorrido decréscimos com o aumento da idade das mudas, principalmente, para o

Fe (5592 mg/Kg aos 57 dias para 1375 mg/Kg aos 97 dias após a semeadura) e Zn (413 mg/Kg aos 57 dias para 188 mg/g aos 97 dias após a semeadura). Aos 97 dias após a semeadura, as quantidade total de micronutrientes absorvidos, obedeceram a seguinte sequência: $Mn > Fe > Zn > Cu > B$.

Para os macronutrientes, SILVEIRA et al. (1995a), verificaram que as raízes apresentaram os maiores teores de P, Mg e S comparadas ao caule e as folhas, enquanto o caule apresentou os maiores teores de K e Ca. O N foi o único macronutriente cujo teor nas folhas foi superior aos demais órgãos da planta, embora tenha diminuído rapidamente com o aumento da idade da mesma. As quedas acentuadas nos teores, bem como a menor diferença destes, entre os órgãos, em função do aumento da idade da planta, foram atribuídas ao estresse nutricional, proveniente do manejo dado para a aclimação das mudas, representado pela ausência de adubações após 50 dias e maior intervalo de irrigação. O conteúdo total dos macronutrientes obedeceu a seguinte ordem: $K > Ca > N > Mg > P > S$.

Estudando a acumulação de biomassa e absorção de nutrientes por híbridos de meloeiro, PRATA (1999) verificou que o crescimento dos mesmos foi lento nos primeiros 30 dias, intensificando-se posteriormente com o início da frutificação. A absorção de nutrientes seguiu a curva de produção de biomassa, tendo os híbridos apresentado as seguintes ordens de absorção de macronutrientes: $Ca > K > N > Mg > S > P$ e de micronutrientes: $Fe > Zn > Mn > Cu$.

Em gravioleira, a maioria dessas pesquisas limitam-se às características físico-químicas do fruto e alguns indicadores industriais de polpa, sem contanto discutir a influência do estado nutricional da planta sobre a qualidade dos frutos (CARDOSO et al., 1989; BOSCO et al., 1996).

A influência da origem da semente, proveniente de frutos uniformes ou desuniformes, no desenvolvimento e concentração de nutrientes de mudas de gravioleira, tem evidenciado que os teores de N nas raízes, caule e folhas não sofrem influência da origem das sementes. Entretanto, os teores de P nas folhas e no caule foram maiores em mudas procedentes de sementes oriundas de frutos uniformes, ocorrendo o contrário com os teores radiculares do nutriente. Os teores de K nas folhas e no caule, também, foram maiores em mudas procedentes de sementes oriundas de frutos desuniformes. Independentemente da parte da planta considerada, os teores de N foram maiores do que os encontrados para o K (CARDOSO et al., 1989).

A quantidade de nutrientes extraída pelas culturas também se constitui numa variável importante para se estabelecer critérios de reposição destes, como forma de manter a fertilidade do solo em índices satisfatórios e, conseqüentemente, manter ou elevar a produtividade das plantas. Na maioria das culturas anuais e bianuais, a quantificação dos nutrientes é feita com base nas partes colhidas (PATHAK & PANDEY, 1976; MENGEL & KIRKBY, 1987).

Estudando a exportação de nutrientes pelos frutos de ateira e gravioleira. ÁVILAN et al. (1983), SILVA et al. (1986) constataram variações na ordem e na quantidade acumulada de nutrientes entre as espécies. Tais variações foram consideradas como devidas às condições edafoclimáticas e características genéticas das plantas. Entre os micronutrientes, o Fe destacou-se pela maior acumulação nos frutos de ambas as

Estudando a extração de nutrientes em cultivares de banana, BORGES & SILVA (1995) concluíram que o K e o N foram os macronutrientes mais extraídos pela cultivar nanicão; bem como, que a ordem decrescente de absorção de nutrientes pela planta foi $K > N > Ca > Mg > P$.

Na fruticultura, a prática de adubação é dificultada pelo desconhecimento de alguns princípios inerentes às plantas perenes. A falta de conhecimento quanto a morfologia e distribuição do sistema radicular, bem como dos mecanismos de absorção, acumulação e redistribuição de nutrientes na planta e, ainda, o ciclo de vida, muitas vezes superior a 15 anos são alguns destes princípios. Além disso, entre os aspectos do sistema de produção, a adubação, apesar de sua importância, ainda requer muitos esclarecimentos no sentido de ser utilizada como uma ferramenta básica para propiciar disponibilidade adequada de nutrientes, e conseqüentemente, suprir as diferenças entre as quantidades necessárias para a planta e aquelas fornecidas pelo solo (MALAVOLTA et al., 1997).

Estudos com diversas fruteiras, têm mostrado que as modificações no teor dos nutrientes podem promover alterações nas características do fruto, como por exemplo, tamanho, espessura, coloração da casca, teores de sólidos solúveis e ácido ascórbico além de influenciar a acidez (EMBLETON et al., 1973; KOO, 1979; CHAPMAN, 1982; MALAVOLTA, 1997).

Considerando-se a adubação de mudas de gravioleira, em fase de viveiro, os estudos recomendam cuidados, no sentido de se evitar queimaduras nas folhas, em conseqüência do excesso de adubo no substrato. Entre os macronutrientes, o N tem sido

considerado como o mais importante, porém, é recomendado que sua aplicação no substrato deve ser efetuada em pequenas quantidade (5-10g de sulfato de amônio por planta) a cada 45 dias. Salientando-se suas respectivas importâncias, no substrato, para o pleno desenvolvimento e crescimento das plantas, o P, K e adubos orgânicos também são mencionados (PINTO & SILVA, 1994).

Por ocasião do plantio, as considerações referentes à prática de adubação de anonáceas, geralmente, consistem no enriquecimento das covas com matéria orgânica, na dosagem de 10-20 litros, além das aplicações de N, P e K. De modo geral, as adubações de formação e produção são referenciadas como necessárias, sendo que as dosagens variam consideravelmente entre os autores e baseiam-se, principalmente, naquelas recomendadas para outras espécies frutíferas (SILVA et al., 1986; MANICA, 1994).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da Área Experimental

A pesquisa foi conduzida no Campo Experimental de Pacajus, (EMBRAPA) do Centro Nacional de Pesquisa da Agroindústria Tropical, localizado na cidade de Pacajus, litoral leste do estado do Ceará, com coordenadas de 4°10' Sul e 38°27' Oeste e 60m de altitude média.

O clima da região é, predominantemente, quente e subúmido, do tipo Aw, de acordo com a classificação de KOOPEN. A pluviosidade média anual é de 1100 mm distribuída em duas estações, uma chuvosa, de janeiro a junho, que concentra 80-99% das precipitações, e outra seca, de julho a dezembro, com chuvas esparsas e de formação local, que concentra 20-10%. O regime térmico é caracterizado por temperatura média anual de 26,5 °C, com médias máximas e mínimas de 31 °C e 22 °C, respectivamente (FRAGOSO, 1996).

2.2. Experimento de Viveiro

Sementes de gravioleira, tipo Morada, foram coletadas, em 10/06/97, em plantio comercial localizado no município de Itabela - BA. Foram selecionados frutos saudáveis e vigorosos, despolidos manualmente. As sementes foram lavadas e postas para secar ao ar livre e em local sombreado, por um período de 3 dias. Posteriormente, as sementes foram acondicionadas em sacos de plástico, e após identificação foram conservadas em refrigerador.

A semeadura foi realizada no dia 21/07/97. Para acelerar a germinação, as sementes foram inicialmente imersas em água, a temperatura ambiente, por 24 horas. Em seguida, foram semeadas 120 sementes/bandeja de polietileno contendo 6,0 dm³ da mistura solo:areia na proporção 1:1 (v/v), autoclavada. A germinação iniciou 21 dias após a semeadura e estendeu-se até aos 58 dias.

A mistura solo:areia, foi previamente adubada, adicionando-se por bandeja, 3,0 g de calcário dolomítico, 6,7 g de superfosfato triplo e 50 ml de solução coquetel de uréia e cloreto de potássio, com concentração de 1,2% de N e 0,6% de K; e 50 ml de solução coquetel de micronutrientes contendo em mmol/l: 5,55 de B (H_3BO_3), 2,83 de Cu ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$), 9,18 de Zn ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) e 0,125 de Mo (MoO_3).

As plântulas permaneceram nas bandejas, em casa de vegetação do Departamento de Solos da Universidade Federal do Ceará, por um período de 25 dias, com irrigação em dias alternados, sendo a umidade do substrato mantida próximo à capacidade de campo.

Quarenta dias após o início da germinação as plântulas receberam uma adubação de cobertura com micronutrientes, na mesma dosagem utilizada no preparo do substrato, e vinte dias após, efetuou-se a repicagem das plântulas para sacolas de polietileno, contendo $5,0 \text{ dm}^3$ da mistura solo:húmus, na proporção de 3:1 (v/v); colocando-se uma plântula por saco.

Cada 50 dm^3 da mistura solo:húmus (substrato), foi previamente adubada com 25g de calcário dolomítico (32%CaO e 13%MgO); 2,08g de sulfato de amônio, 2,8g de sulfato de potássio e 27,93g de superfosfato triplo. Em seguida, procedeu-se ao enchimento e o encanteiramento das sacolas em viveiro; tendo as mesmas permanecido em incubação por um período de 30 dias, durante o qual foram irrigadas com aproximadamente 500 ml de água a cada 3 dias.

Aos 25, 60 e 140 dias após a repicagem, efetuou-se adubação de cobertura, adicionando-se por dm^3 de substrato o equivalente a 8,3 mg de N na forma de sulfato de amônio e 23 mg de K na forma de cloreto de potássio. Os micronutrientes foram aplicados, via solução utilizando 50ml/saco, no momento da repicagem e repetida aos 98 dias com as dosagens e fontes mencionadas anteriormente.

Aos 25 dias após o transplântio realizou-se uma pulverização com uma solução de diazenon com concentração de 0,2%, para o controle de lagartas.

Quinzenalmente, foram coletadas, aleatoriamente, 5 plantas para avaliar as características de crescimento vegetativo, tais como: altura, diâmetro do colo e peso da matéria seca da raiz, caule e folhas. Para determinação da matéria seca as raízes, caule e folhas foram acondicionadas, separadamente, em sacos de papel e colocadas em estufa com circulação de ar forçada, com temperatura de 65-70 °C, por um período de 72 horas.

As análises de macro e micronutrientes, no caule e nas folhas, foram realizadas seguindo a metodologia descrita por MALAVOLTA et al. (1989). Inicialmente, cada material vegetal foi passado em moinho tipo Willey, e acondicionado em saquinhos de papel, devidamente identificados. O N foi extraído por digestão sulfúrica e determinado pelo método semi-micro-Kjeldahl. Os demais nutrientes foram extraídos por digestão nitro-perclórica e determinados de acordo com as seguintes metodologias: P por colorimetria do metavanadato, K e Na por fotometria de chama, e os demais nutrientes Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com as 13 épocas de coleta (DAR = dias após a repicagem) como tratamentos e 5 repetições.

O ajuste dos dados foi realizado pela análise de regressão $Y = f(x)$, sendo Y (altura; diâmetro; peso das matérias secas de raiz, caule e folhas; quantidades de nutrientes absorvidas) e $f(x)$ (épocas de amostragem). O coeficiente de determinação (R^2) das equações de regressão foi testado utilizando-se o teste de F da análise de variância da regressão, corrigido com quadrado médio do desvio da análise de variância dos dados, de acordo com a seguinte fórmula:

$$F_c = (QM \text{ devido Regressão}) / [(QMErro (Anova))/(repetição)]$$

2.3. Experimento de Campo

Em janeiro e fevereiro de 1998, procedeu-se à escolha e preparo da área experimental, constituindo das seguintes operações: coleta de solo para análise química, aração, gradagem, demarcação e abertura das covas nas dimensões 0,60 cm x 0,60 cm x 0,60 cm, no espaçamento de 3,0 m x 3,0 m.

A área experimental apresenta topografia plana e solo classificado com Areia Quartzosa distrófica, com acidez média, baixo teor de P disponível, baixos teores de K, Ca e Al trocáveis e com alto teor de Mg trocável, cujas características químicas são apresentadas na Tabela 01.

A adubação das covas, efetuada no momento do transplante das mudas, constou da aplicação de 600g de superfosfato triplo, 150g de cloreto de potássio, 150g

sulfato de amônio e 300g de calcário dolomítico, misturados com o solo proveniente da camada de 0-30cm de profundidade, e 300g de calcário dolomítico e 5 litros de esterco bovino, misturados com o solo proveniente da camada de 30-60 cm. Posteriormente, o solo foi retornado na cova, na mesma seqüência em que foi retirado.

A produção das mudas seguiu a metodologia descrita no item 2.2, sendo a semeadura realizada em 10/10/97. O transplântio das mudas para o campo ocorreu em 10/02/98, tendo cada cova recebido apenas uma planta. Neste momento, suprindo-se, por cova, 50g de FTE-BR12 (9% de Zn, 1,8% de B, 0,8% de Cu, 3,0% de Fe, 2,0% de Mn e 0,10% de Mo). O replântio de 12 mudas, foi efetuado ao final de 30 dias após o transplântio das mesmas.

A irrigação foi realizada manualmente, adicionando-se 20 litros de água por planta, em dias alternados. Inicialmente, a irrigação não foi realizada conforme a programação devido à problemas de disponibilidade de carro pipa e trabalhadores de campo, e somente normalizadas à partir do 14º mês.

Aos 45 e 90 dias após o transplântio das mudas para o campo, realizou-se adubação de cobertura com N e K, adicionando-se por cova, 150g de cloreto de potássio e 150g de sulfato de amônio. No 14º mês, realizou-se uma adubação de cobertura com NPK e micronutrientes, adicionando-se, por cova, 150g de sulfato de amônio, 100g de superfosfato triplo, 150g de cloreto de potássio e 50g de FTE-BR12.

Capinas, controles de lagartas e formigas foram efetuadas quando necessário.

A cada dois meses após o transplântio das mudas para o campo, procedeu-se às coleta e avaliações das características de crescimento vegetativo: altura, diâmetro e peso da matéria seca do caule e das folhas. As coletas foram efetuadas até o 20º mês após o transplântio.

Para determinação da matéria seca, o caule e as folhas foram acondicionados, separadamente, em sacos de papel e colocadas em estufa com circulação de ar forçada, com temperatura de 65-70 °C, por um período de 72 horas.

As análises de macro e micronutrientes, no caule e nas folhas, foram realizadas seguindo a metodologia descrita por MALAVOLTA et al. (1989). Inicialmente, cada material vegetal foi passado em moinho tipo Willey, e acondicionados em saquinhos de papel, devidamente identificados. O N foi extraído por digestão sulfúrica e determinado pelo método semi - micro - Kjeldahl. Os demais nutrientes

TABELA 01: Caracterização química do solo da área experimental (médias de 12 repetições).

Prof.	pH ⁽¹⁾	P ⁽²⁾	K ⁽³⁾	Ca ⁽³⁾	Mg ⁽³⁾	Na ⁽³⁾	Al ⁽³⁾
(cm)		(mg/kg)	----- cmol./Kg-----				
0 - 30	5,60	1,24	0,10	1,10	1,45	0,08	0,21
30 - 60	5,42	0,89	0,06	0,85	1,37	0,07	0,15
60 - 90	5,40	0,84	0,06	0,85	1,57	0,07	0,25

(1) Solo:água (1:10) (2) Extrator - Mehlich-1 (3) Extrator - KCl

foram extraídos por digestão nitro-perclórica e determinados de acordo com as seguintes metodologias: P por colorimetria do metavanadato, K e Na por fotometria de chama, S determinado por turbidimetria do cloreto de bário, e os demais nutrientes Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com subamostragem, com 10 tratamentos (épocas de coletas), e 4 repetições. Cada unidade experimental foi constituída de uma parcela com 4 plantas.

Para cada característica estudada (altura; diâmetro; peso das matérias secas de raiz, caule e folhas; quantidades de nutrientes acumuladas) foi estimada uma equação de regressão do $Y = f(x)$, onde Y = caráter analisado e variável independente = MAT (meses após o transplântio).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Experimento em Viveiro

3.1.1. Características de Crescimento Vegetativo das Mudanças de Graviolera

a) Acumulação de Biomassa Seca

A acumulação de matéria seca nas raízes, caule e folhas pelas mudas de graviolera, apresentou baixo incremento, até aos 105 dias após a repicagem, com taxa de crescimento quinzenal, em média de 0,35g até aos 105 e de 1,62g dos 105 aos 195 dias (Figura 1), sendo que aos 105 dias, as mudas somente haviam produzido 36% da biomassa total, enquanto os 64% restantes, foram produzidos até o final do período de 195 dias de cultivo das mudas. Aos 195 dias, as folhas, o caule e as raízes contribuíram com 41, 28 e 31% do total da biomassa, respectivamente. Este resultado é semelhante aos obtidos por SILVEIRA et al. (1995) em eucalipto, por CORRÊA et al., (1995) em gergelim, por VELOSO et al. (1995) em pimenta-do-reino; os quais, também verificaram além do lento incremento inicial no acúmulo de matéria seca, a maior contribuição da folha para a referida característica de crescimento das plantas.

Com base na produção de biomassa, crescimento da espécie foi lento. As curvas observadas são típicas para certos organismos (curva exponencial de crescimento – Figura 13.2.1-C (NUNES, 1998): “a qualquer momento o acúmulo de matéria é proporcional à matéria já acumulada”). Também é possível, que este comportamento possa ser atribuído aos danos causados pelo ataque de lagartas, no início da condução do experimento, o qual pode ter afetado o crescimento das mudas pela redução da área foliar.

As folhas contribuíram com o maior percentual na acumulação de biomassa total, do início ao final do período estudado, seguidas pelo caule e raízes, os quais apresentaram contribuição semelhante (Tabela 2). Este resultado assemelha-se

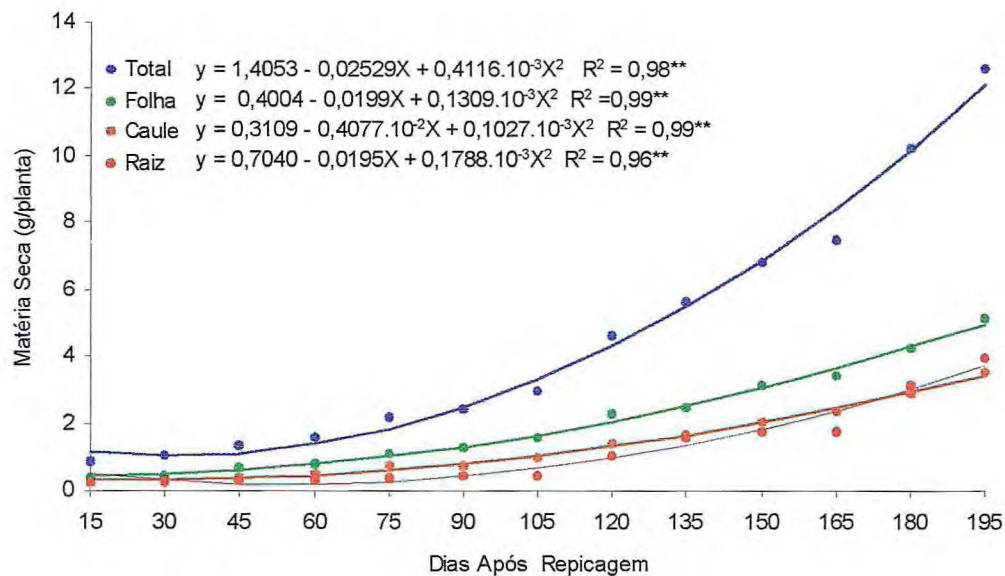


Figura 1: Produção de biomassa seca total (MST), do caule (MSC), das folhas (MSF) e das raízes (MSR) em mudas de gravioleira em função dos dias após a repicagem.

àqueles encontrados por SILVEIRA et al. (1995) em eucalípto e por VELOSO et al. (1995) em pimenta do reino. Porém, é possível que a menor contribuição da raiz em relação ao caule para a produção total de biomassa, no período de 45-165 dias, deve-se a consideráveis perdas ocorridas durante a coleta e lavagem do material.

b) Altura e Diâmetro do Colo

Conforme pode ser observado, o crescimento inicial da gravioleira é caracterizado também por um baixo incremento em altura, com taxa quinzenal, em média de 3,3 cm ao longo do período estudado (Figura 2). Este baixo incremento em altura, é referenciado no estudo da influência da origem da semente no desenvolvimento de mudas de gravioleira, realizado por CARDOSO et al. (1989). Outra vez, o lento crescimento inicial é típico para a maioria dos organismos conforme considerado no item a.

Tabela 02: Distribuição de matéria seca das raízes, caule e folhas em mudas de graviroleira em função dos dias após a repicagem (DAR).

DAR	Raízes	Caule	Folhas
	----- % -----		
15	30,9	27,0	42,1
30	30,7	27,0	42,3
45	23,3	28,2	48,5
60	20,7	29,0	50,3
75	16,6	33,4	50,0
90	17,0	30,7	52,3
105	15,2	31,8	53,0
120	21,9	29,7	48,8
135	27,6	28,5	43,9
150	25,3	29,6	45,1
165	23,6	30,9	45,5
180	30,3	28,2	41,5
195	31,3	27,8	40,8

Em geral, as mudas estão em condições de serem transplantadas para o campo quando alcançam entre 30-40 cm de altura, em função do maior índice de sobrevivência no campo devido à maior resistência às condições adversas do meio, tais como veranicos, competição com plantas nativas e ataque de pragas (Daniels & Smith (1991) citados por SILVA et al., 1997). Considerando-se, 40 cm como altura ideal, as plantas de graviroleira somente estariam em condições ao transplântio para o campo, aproximadamente, aos 145 dias após a repicagem das mesmas para os sacos.

O crescimento das mudas de graviroleira, representado pelo diâmetro do colo, apresentou comportamento quadrático, e taxa de crescimento quinzenal, em média de 0,51 mm (Figura 3). O diâmetro considerado ideal para o transplântio das mudas para o campo, é da ordem de 3,0 mm, pelo fato de propiciar às mudas maior resistência ao manuseio, ao transporte e à ação do vento (CANNELL, 1985). De acordo com a Figura 2, este diâmetro foi alcançado a partir dos 30 dias após a repicagem das plântulas

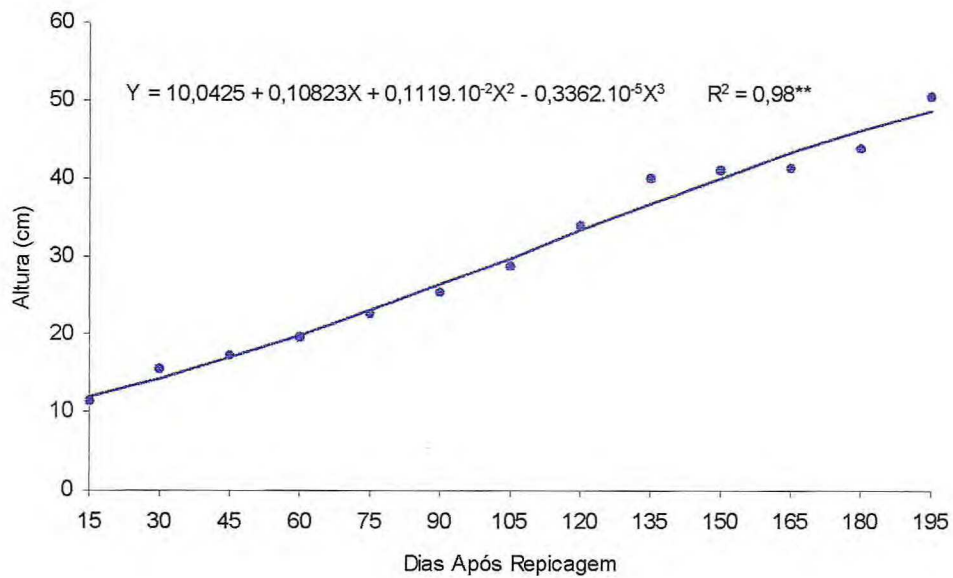


Figura 2: Altura das mudas de gravioleira em função dos dias após a repicagem.

para os sacos e, contudo, a gravioleira poderia ser considerada ideal para o transplântio para o campo, entretanto, como a altura ainda não atingiu o valor padrão, o diâmetro não pode ser considerado como característica isolada para definir a melhor época de transplântio das mudas.

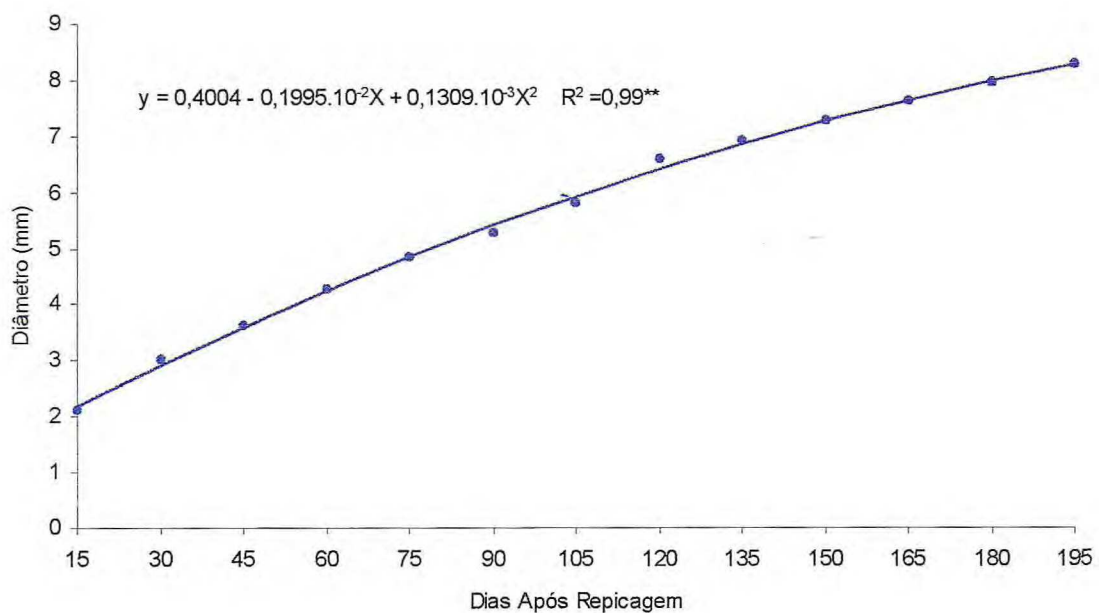


Figura 3: Diâmetro do colo das mudas de gravioleira em função dos dias após a repicagem.

Observações efetuadas durante a fase de germinação das sementes, mostraram que na gravioleira o conjunto epicótilo-tegumento é mantido enterrado no substrato. Em decorrência disso, a base do caulículo sofre considerável engrossamento o que permite a formação de uma estrutura suficientemente forte para sustentar e manter ereto o conjunto epicótilo-tegumento da semente.

3.1.2. Acumulação de Nutrientes pelas Mudanças de Gravioleira

a) Macronutrientes

A absorção de macronutrientes (Figuras 4, 5, 6, 7 e 8), de um modo geral, acompanhou o acúmulo de biomassa das plantas, evidenciando que a absorção dos mesmos foi proporcional à demanda pela planta, exceto para o nitrogênio. Para este elemento, até aos 105 dias após a repicagem das plântulas, ocorreu um efeito de concentração, com um teor foliar de 43g/Kg para o N em relação ao baixo acúmulo de biomassa. A partir desta data, verificou-se um efeito de diluição, com o teor foliar de N reduzindo-se para 32g/Kg em função do aumento progressivo do acúmulo de biomassa mantendo-se constante o nível de absorção de N. Isto evidencia que a absorção de N, na fase inicial, foi superior a demanda pela planta e, posteriormente, a absorção foi inferior a demanda, fazendo com que a curva de acumulação de N (Figura 4) apresentasse um comportamento diferente da acumulação de matéria seca pela planta (Figura 1).

Aos 195 dias, a quantidade de macronutrientes absorvida pelas mudas, obedeceu a seguinte ordem decrescente: $K > N > Ca > Mg > P$. Este resultado está de acordo com os obtidos por SILVEIRA et al. (1995) em mudas de eucalipto. A maior acumulação de K em relação ao N também foi observado por Marchal & Bertin (1980) citados por SILVA et al. (1986) e por CARDOSO et al. (1989) em mudas de gravioleira, e por BASTOS et al. (1995) em mudas de urucum. Porém, são discordantes daqueles obtidos por VELOSO et al. (1995) em pimenta-do-reino, o quais observaram a seguinte ordem: $N > K > Ca > Mg > P$. De acordo com ÁVILAN (1980) e SILVA et al. (1984), esta sequência de absorção de nutrientes pode variar em função das condições edafoclimáticas e das características genéticas da planta.

Quanto aos fatores edafoclimáticos, a disponibilidade de nutrientes e a umidade do solo têm sido considerados como os principais responsáveis por alterações nos padrões de absorção de nutrientes pelas plantas, enquanto que as influências genótípicas na absorção de nutrientes se relacionam ao estado nutricional e idade da planta, que, por sua vez, irão influenciar nos parâmetros cinéticos de absorção (K_m e $V_{máx}$) (MARSCHNER, 1995).

A absorção de N pela mudas aos 105 dias após a repicagem, alcançou 44% do total de N absorvido no período estudado, enquanto os 66% restantes foram acumulados até ao final do período (195 dias) (Figura 4). Aos 195 dias, as folhas contribuíram com 75% e o caule com 25% do total de N acumulado na parte aérea (Tabela 3). De modo geral, a partição de N entre as folhas e o caule foram constantes durante o crescimento das mudas. Este resultado é semelhante ao encontrado por SILVEIRA et al. (1995) em eucalipto, por ANDRADE et al. (1989) em umbuzeiro, por CARDOSO et al. (1989) em gravioleira, por GONÇALVES et al. (1992) em mudas de capinxiungui, canafístula e feijão cru e por Navia e Velenzuela (1978), citados por MANICA (1994), em cherimólia e por CORRÊA et al. (1995) em gergelim.

Para o P, verifica-se que até aos 105 dias após a repicagem, somente 36% do total havia sido absorvido, enquanto os 64% restantes, foram absorvidos entre 105 dias e o final do período estudado (Figura 5). Observa-se que a contribuição das folhas, para a acumulação de P, decresceu no período estudado, enquanto que a acumulação no caule aumentou (Tabela 3), evidenciando que a partição de P entre as folhas e o caule não foi constante durante o crescimento das mudas. Aos 195 dias, as contribuições das folhas e do caule para a acumulação de P, na parte aérea, foram de 73 e 27%, respectivamente. Este resultado está de acordo com os obtidos por CARDOSO et al. (1989), em folhas e caule em gravioleira e por Navia & Velenzuela (1978) citados por MANICA (1994), de em folhas e caule em cherimólia, porém difere dos obtidos por ANDRADE et al. (1989) de 41 e 59%, para folhas e caule em umbuzeiro e por SILVEIRA et al. (1995) de 48 e 52%, para folhas e caule em eucalipto.

A absorção de K até aos 105 dias após a repicagem, alcançou apenas 25% do total absorvido, enquanto 75% restantes foram absorvidos entre 105 dias e o final do período estudado (Figura 6). Aos 105 dias, as folhas contribuíram com 77% e o caule com 23% do K acumulado na parte aérea. Aos 195 dias, as folhas e o caule contribuí-

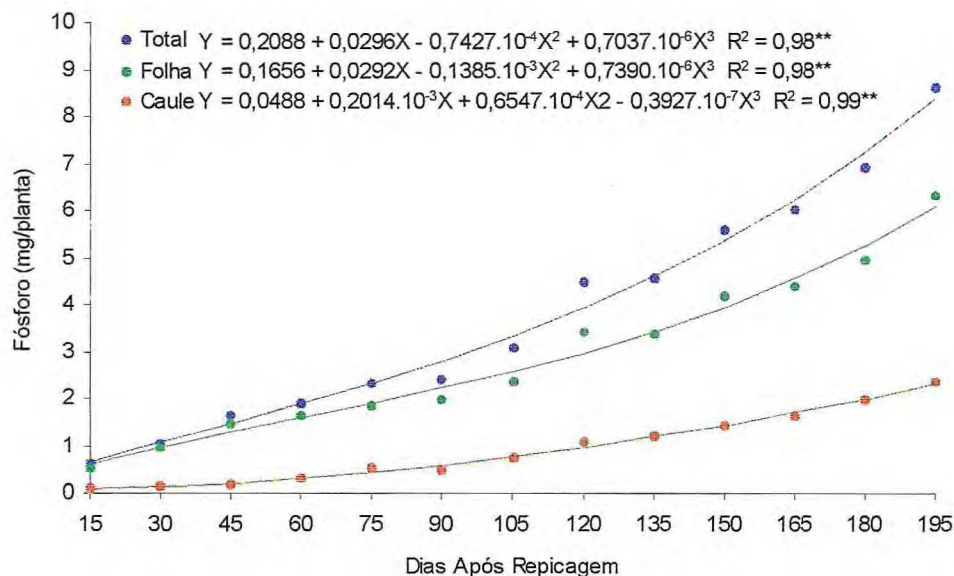


Figura 5: Absorção total de fósforo e acumulação no caule e nas folhas em mudas de Gravioleira em função dos dias após a repicagem.

ram com 73 e 27%, respectivamente, da acumulação total de K na parte aérea (Tabela 3), evidenciando uma pequena variação na partição de K entre as folhas e o caule durante o crescimento das mudas. Este resultado é semelhante ao obtido por Navia & Venzuela (1978) citados por MANICA (1994) para cherimólia; porém difere dos obtidos por CORRÊA et al. (1995) em gergelim, cujas contribuições das folhas e do caule para a acumulação de K na parte aérea foram de 17 e 83%, respectivamente, por SILVEIRA et al. (1995) em eucalipto, com contribuições das folhas e do caule de 58 e 42%, respectivamente, por CARDOSO et al. (1989) em gravioleira, com contribuições das folhas e do caule de 57 e 43%, respectivamente, e por ANDRADE et al. (1989) em umbuzeiro, com contribuições das folhas e do caule de 51 e 49%, respectivamente.

A absorção de Ca até aos 105 dias após a repicagem, alcançou apenas 30% do total absorvido no período estudado, enquanto os 70% restantes foram absorvidos entre 105 dias e o final do período (Figura 7). Aos 105 dias, as folhas contribuíram com 69% e

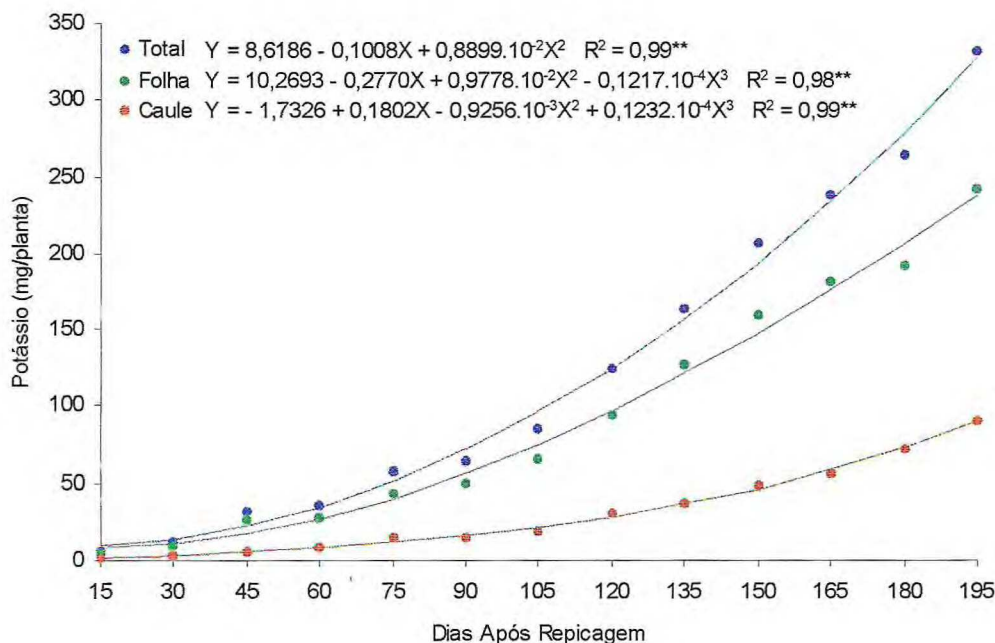


Figura 6: Absorção total de potássio e acumulação no caule e nas folhas em mudas de Gravioleira em função dos dias após o transplantio.

o caule com 31% do Ca acumulado na parte aérea, enquanto aos 195 dias, as folhas e o caule contribuíram com 61 e 39%, respectivamente (Tabela 3). De modo geral, a partição de Ca entre as folhas e o caule foi constante durante o crescimento das mudas, comportamento semelhante ao observado para N e K. Este resultado é semelhante ao obtido por CORRÊA et al. (1995) em gergelim, porém inferior ao obtido por Navia e Velenzuela (1978) citados por MANICA (1994), em cherimólia com contribuições das folhas e do caule de 82 e 18%, respectivamente; bem como, difere das contribuições de 53% para as folhas e 47% para o caule na acumulação de Ca, na parte aérea, em mudas de eucalipto (SILVEIRA et al., 1995).

A absorção de Mg aos 105 dias após a repicagem, alcançou 34% do total absorvido no período estudado, enquanto os 66% restantes foram absorvidos entre 105 Dias e o final do período (Figura 8). Aos 105 dias, as folhas contribuíram com 70% e o caule com 30% do Mg acumulado na parte aérea respectivamente, enquanto aos 195 dias a contribuição da folha foi reduzida para 57% e o caule aumentou para 43% (Tabela 4), comportamento semelhante ao observado para o P quanto a partição do mesmo entre as folhas e o caule. Este resultado, é semelhante aos obtidos por SILVEIRA et al.,

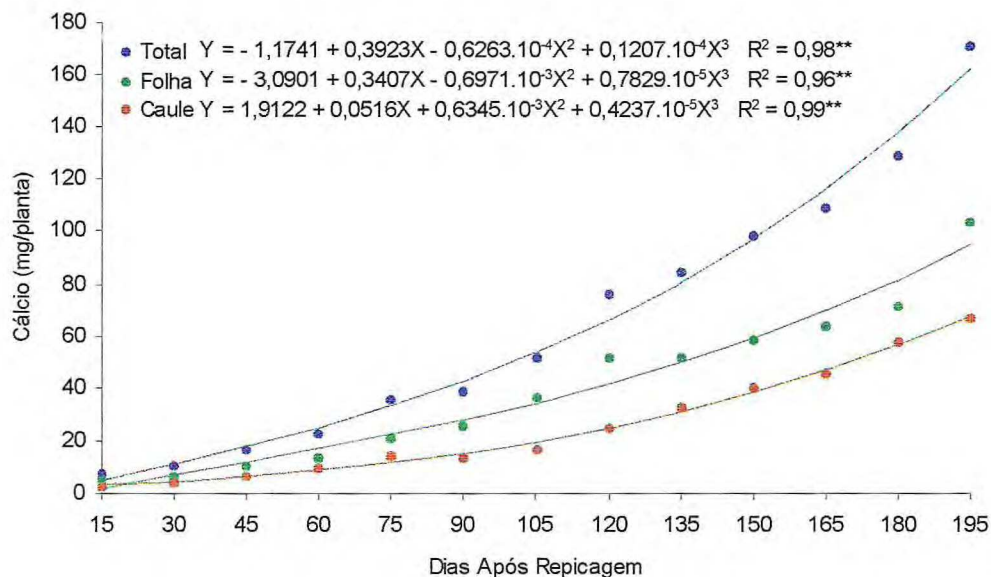


Figura 7: Absorção total de cálcio e acumulação no caule e nas folhas em mudas de Gravioleira em função dos dias após a repicagem.

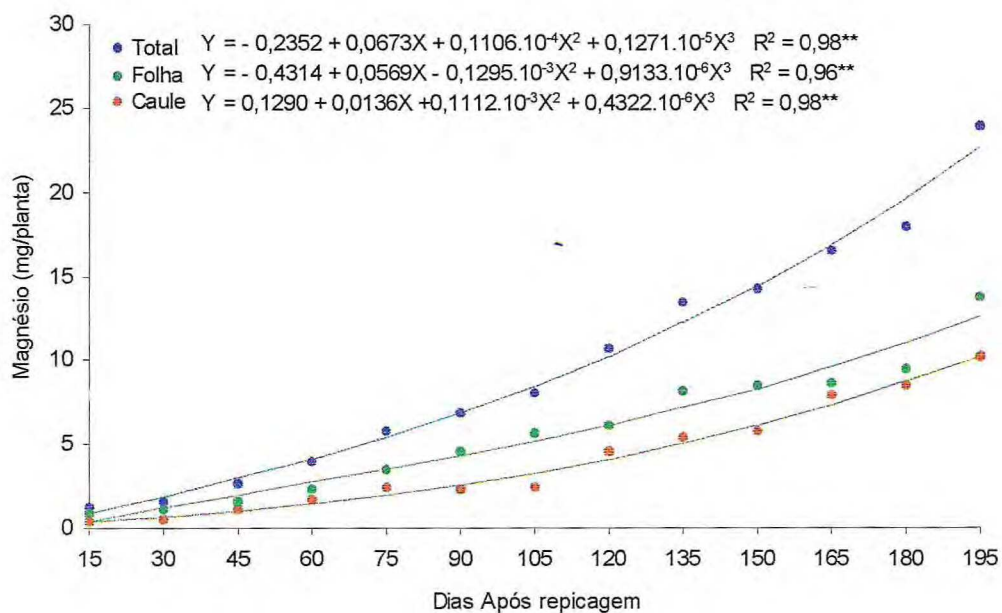


Figura 8: Absorção total de magnésio e acumulação no caule e nas folhas em mudas de Gravioleira em função dos dias após a repicagem.

(1995), em eucalipto e por Navia & Velenzuela (1978) citados por MANICA (1994), em cherimólia; porém difere dos obtidos por CORRÊA et al. (1995), em gergelim com contribuições das folhas e do caule de 29 e 71%, respectivamente.

b) Micronutrientes

No geral, à semelhança dos macronutrientes a absorção de micronutrientes acompanhou o acúmulo de biomassa das plantas, sugerindo que a absorção dos mesmos foi proporcional à demanda pelas plantas, exceto de manganês (Figuras 9, 10, 11 e 12). Em relação a este elemento (Mn) ocorreu fato semelhante ao observado para o nitrogênio: um efeito de concentração nos primeiros 105 dias, quando o teor foliar médio foi de 118,5 mg/Kg (Tabela 2A), enquanto o acúmulo de biomassa foi baixo. A partir dessa data, verificou-se um efeito de diluição, visto que o teor foliar de Mn reduziu para 37,5 mg/Kg ao mesmo tempo que houve um aumento progressivo de biomassa. Isto evidencia que a absorção de Mn foi superior à demanda pela planta, na fase inicial de crescimento e, posteriormente, a absorção foi inferior à demanda pela planta, fazendo com que a curva de acumulação de Mn (Figura 11) apresentasse um comportamento diferente da acumulação de matéria seca pela planta (Figura 1).

Aos 195 dias, a quantidade total de micronutrientes, absorvida pelas mudas, obedeceu a seguinte ordem decrescente: Fe > Zn > Mn > Cu. Este resultado está de acordo com os obtidos por PRATA (1999) em cultivares de meloeiro; porém, difere dos resultados encontrados por SILVEIRA et al. (1995a) em *Eucalyptus grandis*, cuja ordem obtida foi de Mn > Fe > Zn > Cu, por SILVEIRA et al. (1995b) em *E. saligna*, cuja ordem obtida foi de Mn > Zn > Fe > Cu e por CARVALHO et al. (1995) em urucum, os quais encontraram a seguinte ordem decrescentes: Mn > Fe > Zn > Cu. É possível que estas diferenças possam ser atribuídas ao tipo de solo, adubação orgânica e aplicação de fertilizantes como fonte de micronutrientes; todavia, há que se considerar, fundamentalmente, as necessidades típicas de cada espécie, certamente muito diferentes em função de hábitos vegetativos, ciclos culturais, produtos sintetizados e muitos outros aspectos inerentes a cada espécie. ÁVILAN (1975), SILVA et al. (1984) e SILVA et al. (1981), também verificaram que entre os micronutrientes o Fe foi o mais absorvido pela gravioleira.

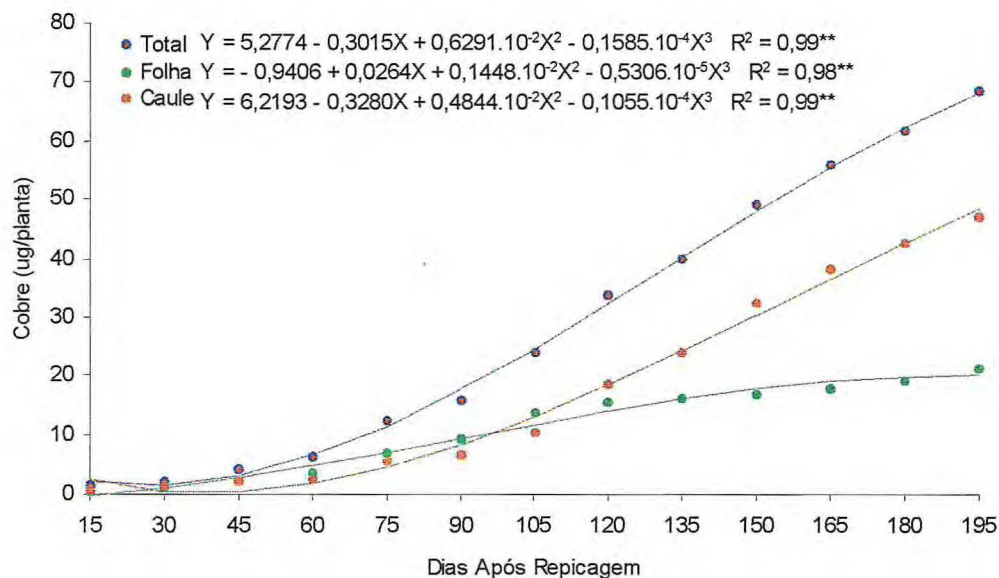


Figura 9: Absorção total de cobre e acumulação no caule e nas folhas em mudas de gravioleira em função dos dias após a repicagem.

A absorção de Cu pelas mudas até aos 105 dias após a repicagem, alcançou apenas 35%, enquanto os 65% restante foram absorvidos até ao final do período estudado (Figura 9). Aos 105 dias, as folhas contribuíram com 58% e o caule com 42% do total de Cu acumulado na parte aérea, enquanto aos 195 dias, as folhas e o caule contribuíram com 31 e 69%, respectivamente (Tabela 4). Observa-se que a contribuição da folha para o acúmulo de Cu na parte aérea reduziu, enquanto a contribuição do caule aumentou. Este resultado é semelhante ao observado por SILVEIRA et al. (1995a) em eucalipto. O maior acúmulo de cobre no caule, pode ser atribuído à importância do cobre na lignificação dos tecidos (MARSCHNER, 1995).

A absorção de ferro até aos 105 dias após a repicagem, alcançou somente 20%, enquanto os 80% restantes foram absorvidos até o final do período de estudo (Figura 10). Aos 105 dias, as folhas contribuíram com 73% e o caule com 27% do total de Fe acumulado na parte aérea, enquanto aos 195 dias, as folhas e o caule contribuíram com 68% e 32%, respectivamente (Tabela 4). De modo geral, a partição de Fe entre folhas e caule foi constante durante o crescimento das mudas. Este resultado está de acordo com os obtidos por SILVEIRA et al. (1995a), em eucalipto, e aos de Navia e Velenzuela (1978), citados por MANICA (1994), em cherimólia. O maior

Tabela 4: Distribuição de cobre, ferro, manganês e zinco na parte aérea de mudas de gravioleiras em função dos dias após a repicagem (DAR).

DAR	Cobre		Ferro		Manganês		Zinco	
	Caule	Folha	Caule	Folha	Caule	Folha	Caule	Folha
	-----%-----							
15	61	39	29	71	32	68	54	46
30	59	41	30	70	37	63	42	58
45	49	51	26	74	34	66	40	60
60	41	59	27	73	34	66	43	57
75	44	56	37	63	39	61	47	53
90	42	58	34	63	38	62	43	57
105	42	58	27	73	38	62	50	50
120	55	45	26	74	41	59	56	44
135	60	40	27	73	40	60	56	44
150	66	34	37	63	42	58	54	46
165	68	32	39	84	43	57	57	43
180	69	31	39	61	44	56	54	46
195	69	31	32	68	44	56	47	53

acúmulo de Fe na folha, pode ser atribuído à importância desse elemento como componente da clorofila (MARSCHNER, 1995).

A absorção de Mn até aos 105 dias após repicagem, alcançou 79%, enquanto os 21% restantes foram absorvidos até ao final do período estudado (Figura 11). Aos 105 dias, as folhas contribuíram com 62% e o caule com 38% do total de Mn acumulado na parte aérea, enquanto aos 195 dias, as folhas e o caule contribuíram com 56 e 44%, respectivamente (Tabela 4). De um modo geral, o acúmulo nas folhas foi superior ao caule. Este resultado está de acordo com os obtidos por SILVEIRA et al. (1995a), em eucalipto. O maior acúmulo de Mn na folha, pode ser atribuído à importância do mesmo como ativador enzimático em várias enzimas relacionadas com a atividade fotossintética (MARSCHNER, 1995).

A absorção de Zn revelou-se mais lenta do que os demais micronutrientes. Até aos 105 dias após a repicagem, alcançou apenas 14% do acumulado na parte aérea, enquanto os 86% restantes foram absorvidos até ao final do período estudado (Figura 12). Aos 105 dias, as folhas e o caule contribuíram com 50% do Zn acumulado na parte aérea, enquanto que aos 195 dias, as folhas e o caule contribuíram com 47 e 53%, respectivamente (Tabela 4). Este resultado difere dos obtidos por Navia &

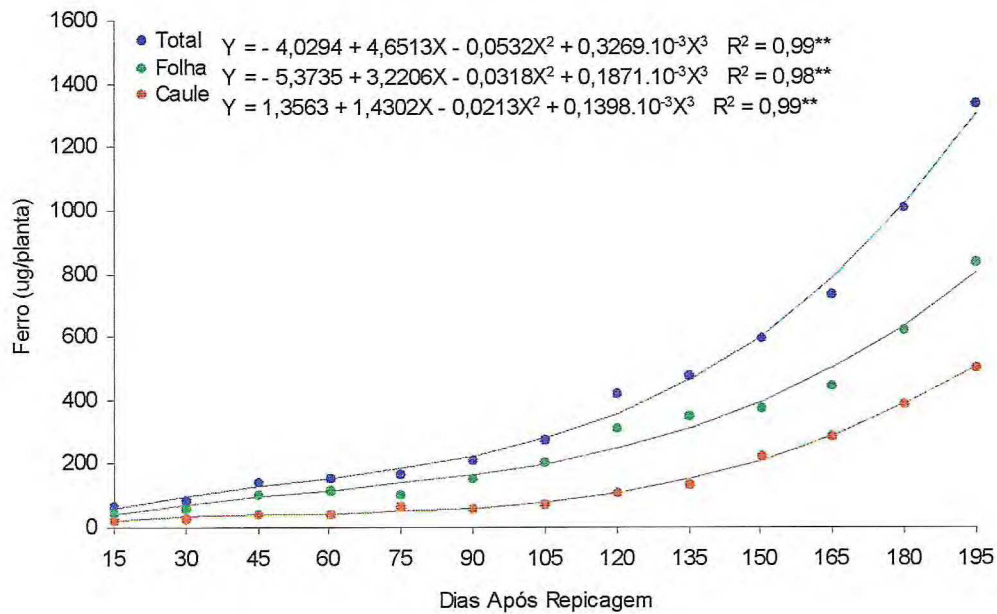


Figura 10: Absorção total de ferro e acumulação no caule e nas folhas em mudas de gravioleira em função dos dias após a repicagem.

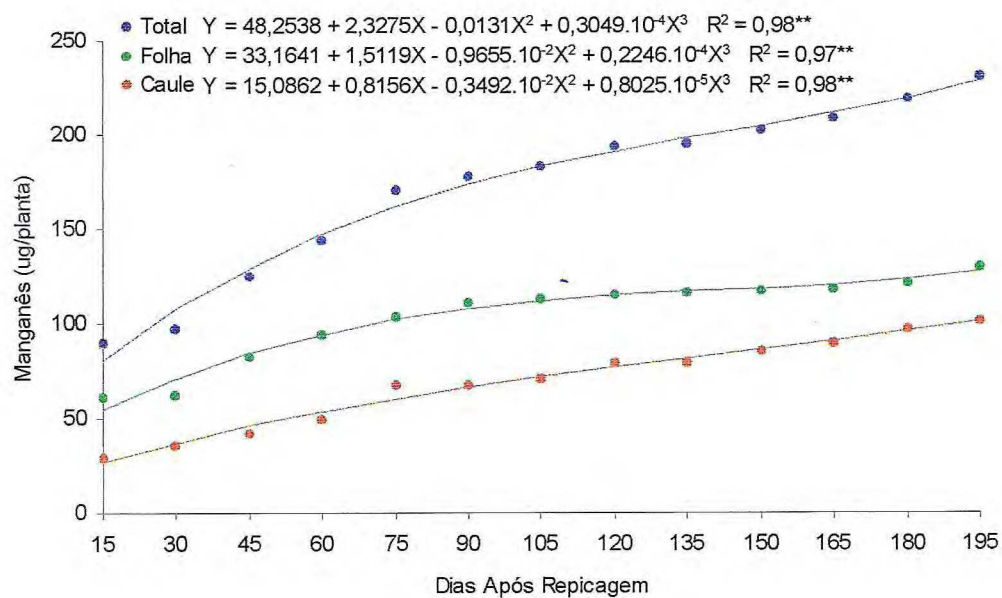


Figura 11: Absorção total de manganês e acumulação no caule e nas folhas em mudas de gravioleira em função dos dias após a repicagem.

Velenzuela (1987), citados por MANICA (1994), em cherimólia, com contribuições das folhas e do caule de 63 e 37%, respectivamente, e por SILVEIRA et al. (1995a) em eucalipto, com contribuições das folhas e do caule de 64 e 36%, respectivamente.

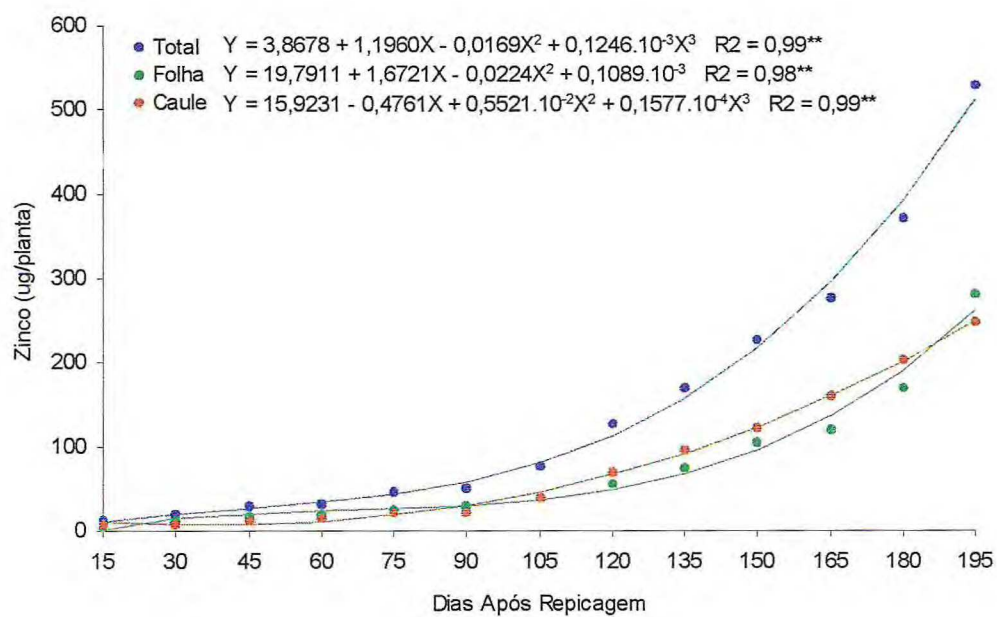


Figura 12: Absorção total de zinco e acumulação no caule e nas folhas em mudas de gravioleira em função dos dias após a repicagem.

3.2. Experimento de Campo

3.2.1. Características de Crescimento Vegetativo das Plantas de Gravioleira

a) Acumulação de Biomassa Seca

No campo, a acumulação de biomassa seca do caule e das folhas pelas plantas de gravioleira, também caracterizou-se por um baixo incremento (Figura 13), o qual pode ser atribuído à frequência de irrigação que não seguiu o cronograma previsto, até ao 10^o mês do transplântio. Neste período, as plantas somente haviam produzido 15% da biomassa total, sendo que os 85% restantes foram produzidos até ao final do 20^o mês. Ao 10^o mês, o caule e as folhas contribuíram com 56% e 44% do total da biomassa, respectivamente (Tabela 5). A produção de biomassa de gravioleira, não têm sido reportada nas poucas pesquisas desenvolvidas em condições de campo, entre as quais aquela realizada por GAZEL FILHO et al. (1994).

GONÇALVES et al. (1992), estudaram a produção de biomassa de espécies de diferentes estádios sucessionais e constataram que em espécies pioneiras a taxa de crescimento mensal é de aproximadamente 480 g de matéria seca, enquanto a das secundárias é de aproximadamente 140 g e a clímax, de aproximadamente 30 g de matéria seca. Considerando-se, a taxa de crescimento mensal, observada na gravioleira, em média de 4,7g até o 10^o mês e de 33,6g do 10^o ao 20^o mês, e comparando-se às das

Tabela 05: Distribuição de matéria seca do caule e das folhas em plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio (MAT).

MAT	Caule	Folhas
		-----%-----
2	50	51
4	50	51
6	53	45
8	55	45
10	56	44
12	54	46
14	54	46
16	61	39
18	61	39
20	59	41

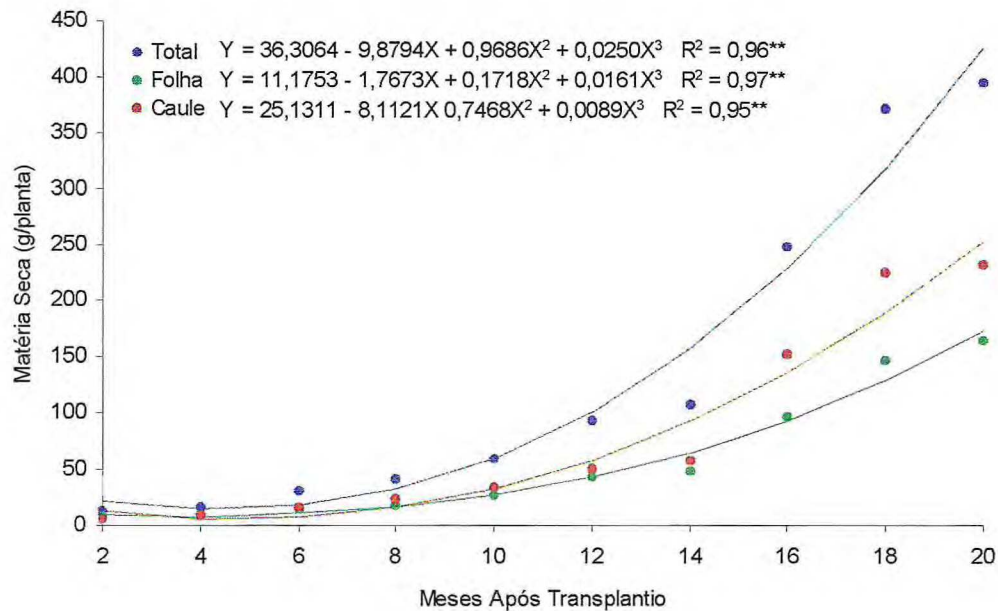


Figura 13: Produção de biomassa seca total (MST), do caule (MSC) e das folhas (MSF) Em plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio.

espécies estudadas por GONÇALVES et al. (1992), supõem-se que a gravioleira, apesar de até o momento não ter sido classificada ecologicamente, apresenta comportamento fisiológico semelhante às espécie do grupo clímax.

Em geral, o caule contribuiu com o maior percentual na acumulação de biomassa total quando comparado às folhas, durante o período estudado (Tabela 5). Este resultado assemelha-se aos encontrado por GONÇALVES et al. (1992) para espécies pioneiras, secundárias e clímax, com 17 meses de idade.

b) Altura da Planta e Diâmetro do Colo

A gravioleira apresentou comportamento linear para o crescimento em altura, com uma taxa de crescimento mensal de aproximadamente 4 cm (Figura 14).

Quanto ao diâmetro do colo das plantas, verifica-se que o crescimento apresentou um comportamento quadrático, com taxa de crescimento mensal de aproximadamente 1,2 mm (Figura 15). Visto que o diâmetro do colo, depende da atividade cambial, que por sua vez é estimulada a partir de carboidratos produzidos pela

fotossíntese e hormônios translocados das folhas para as raízes (POGGIANI et al., 1992), os baixos incrementos verificados na produção de biomassa seca (Figura 13), possivelmente devem ter influenciado o diâmetro do colo através da eficiência fotossintética.

3.2.2. Acumulação de Nutrientes pelas Plantas de Gravioleira

a) Macronutrientes

A absorção de macronutrientes acompanhou o acúmulo de biomassa das plantas (Figuras 16, 17, 18, 19, 20 e 21), evidenciando que a absorção dos mesmos foi proporcional à demanda pela planta.

Ao 20^o mês após o transplântio, a quantidade de macronutrientes absorvida pelas plantas, obedeceu a seguinte ordem decrescente: $K > N > P > Ca > Mg > S$. GAZEL FILHO et al. (1994), estudando os teores de macronutrientes em 7 genótipos de gravioleira, com 12 meses de idade, cultivadas em latossolo amarelo areno-argiloso, mencionam a seguinte ordem: $N > K > Ca > Mg > P$; portanto, diferindo nas ordens dos nutrientes N e P. A ordem de absorção de nutrientes também tem sido referenciada por outros autores estudando outras espécies; merecendo destaque os estudos de MATOS et al. (1992), cuja ordem de absorção de macronutrientes em plantas de taxi, foram: $N > K > Ca > Mg > S > P$ aos 12 meses e de $N > Ca > K > S > Mg > P$ aos 24 meses; enquanto ALVES et al. (1989) encontraram em mangabeira a seguinte ordem decrescente: $K > N > S > P > Ca = Mg$ e aqueles mencionados por RODRIGUES et al. (1992), com ordem de absorção foi: $K > N > Ca > P > S > Mg$ para seringueira com 8 anos de idade e de $K > N > Ca > P > Mg > S$ para *Pinus oocarpa* com 25 anos de idade.

Conforme já discutido para a ordem de absorção dos macronutrientes apresentada pela gravioleira em fase de viveiro, estas variações intra e interespecífica é função da variabilidade genética das plantas, bem como da influência dos fatores edafoclimáticos, representados principalmente pela disponibilidade de nutrientes e teor de umidade do solo.

Ao 10^o mês após o transplântio, as mudas absorveram 14% do total da acumulação de N, e os 86% restantes foram acumulados até ao final do período de estudo (Figura 16). Ao 10^o mês, as contribuições percentuais para o caule e folhas foram

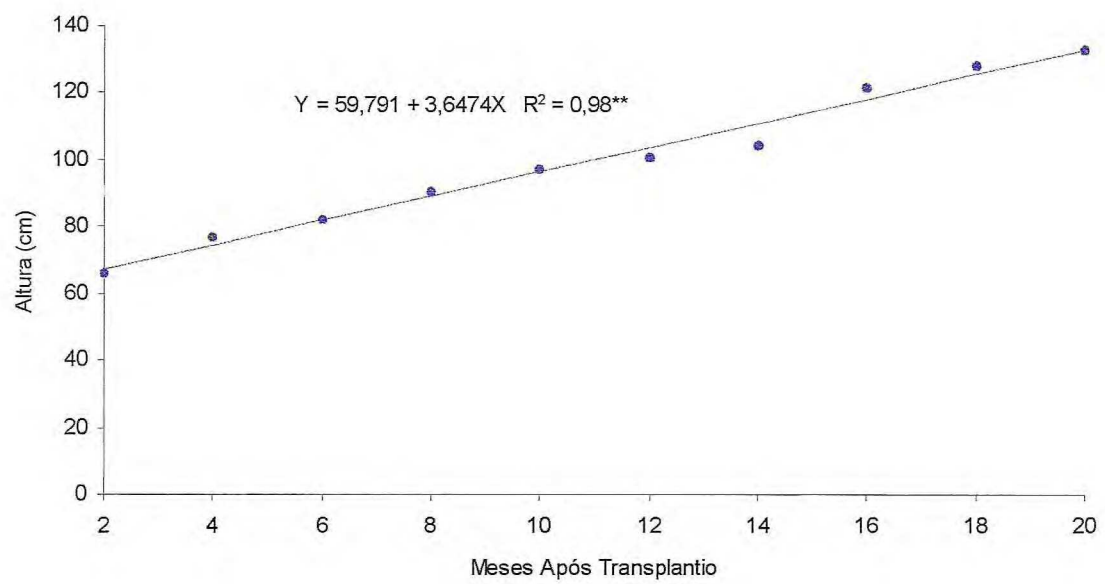


Figura 14: Altura das plantas de gravioleira em função dos meses após o transplante.

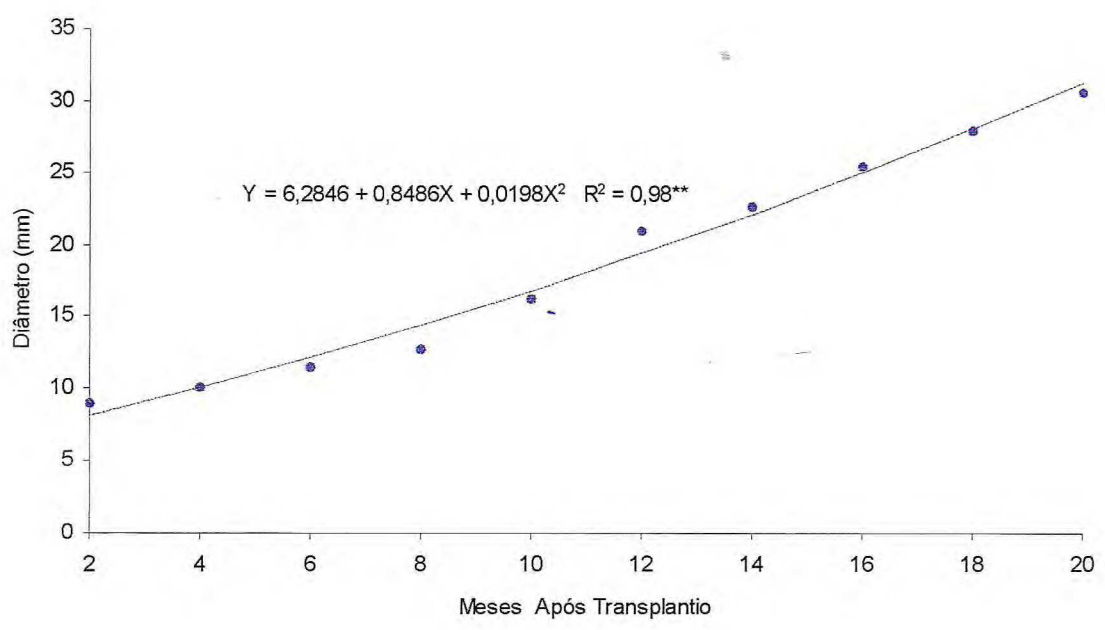


Figura 15: Diâmetro do colo das plantas de gravioleira em função dos meses após o transplante.

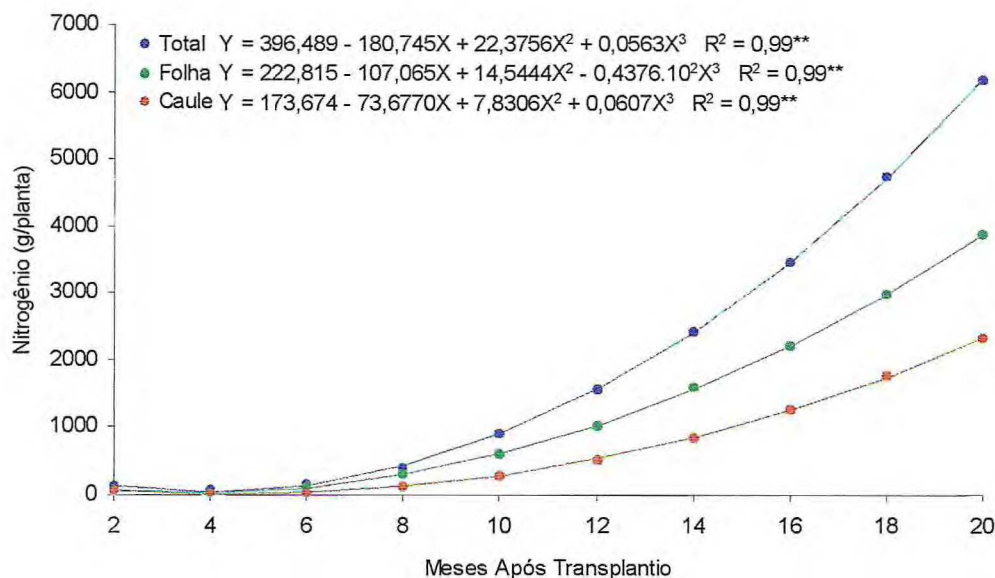


Figura 16: Absorção total de nitrogênio e acumulação no caule e nas folhas em plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio.

Tabela 6: Distribuição de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea de plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio (MAT).

MAT	Nitrogênio		Fósforo		Potássio	
	Caule	Folha	Caule	Folha	Caule	Folha
-----%-----						
2	45	55	47	53	31	69
4	40	61	43	57	50	50
6	20	80	39	61	49	51
8	28	73	41	59	49	51
10	32	68	41	59	42	59
12	34	66	42	58	37	63
14	35	65	44	56	42	58
16	36	64	45	56	44	56
18	37	63	45	55	48	52
20	38	63	46	54	38	62

de 32 e 68%, respectivamente, e ao 20º mês, o caule acumulou somente 38% de N, enquanto a contribuição das folhas foi de 62% (Tabela 6). Este resultado está de acordo com os de GONÇALVES et al. (1992) para as espécies pioneiras, secundárias e clímax,

com 17 meses de idade; porém, diferem daqueles encontrados por MATOS et al. (1995) em taxi aos 12^o e 24^o meses, cujas acumulações de N no caule e nas folhas foram de 28 e 73%, respectivamente, enquanto ALVES et al. (1989) encontraram em mangabeira, acumulações de N no caule e nas folhas de 44 e 56%, respectivamente.

Para o fósforo, verificou-se que até ao 10^o mês após o transplântio, somente 17% do total havia sido absorvido, enquanto os 83% restantes foram absorvidos até ao final do período estudado (Figura 17). Ao 10^o mês as acumulações de P no caule e nas folhas foram de 41 e 59%, respectivamente, enquanto no final do período de estudo, verificou-se que a acumulação de P no caule aumentou para 46%, enquanto na folha diminuiu para 54% (Tabela 6). Este resultado é similar ao de GONÇALVES et al. (1992) para espécies pioneiras; porém, difere dos encontrados por MATOS et al. (1995) em taxi aos 12^o e 24^o meses, cuja acumulação de P no caule e nas folhas foram de 35 e 65%, respectivamente, por ALVES et al. (1989) em mangabeira, com acumulações no caule e nas folhas de 39 e 61%, respectivamente, e por GONÇALVES et al. (1992) em espécies secundárias, onde as acumulações no caule e nas folhas de 37% e 63%, respectivamente, enquanto nas clímax as acumulações foram de 60% e 40%, respectivamente.

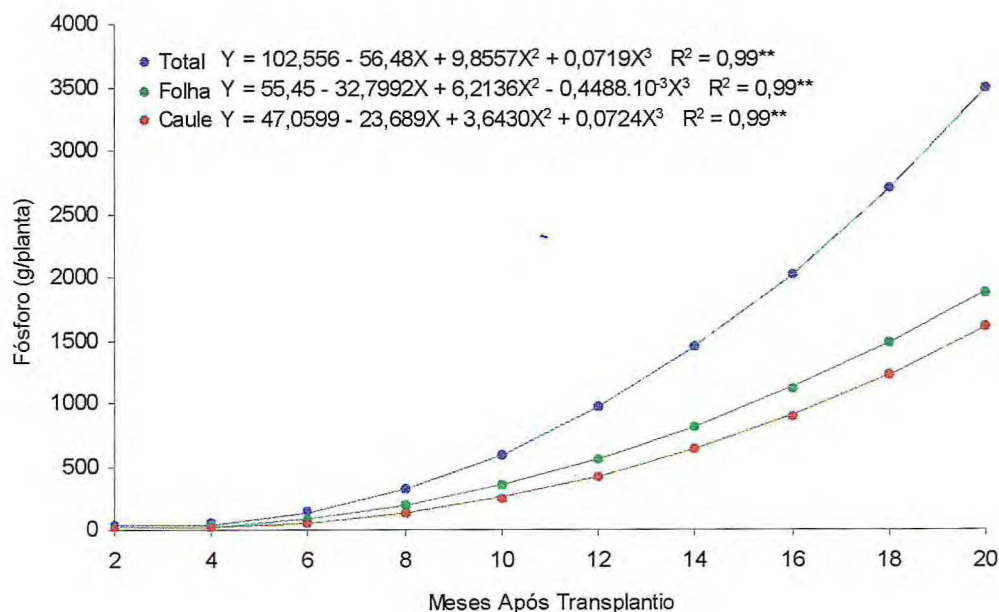


Figura 17: Absorção total de fósforo e acumulação no caule e nas folhas em plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio.

A absorção total de potássio ao 10^o mês após o transplântio, alcançou apenas 20%, sendo os 80% restantes absorvidos até o final do período de estudo (Figura 18). Ao 10^o mês após o transplântio, o caule contribuiu com 42% e as folhas com 58% do total acumulado, e ao 20^o mês a acumulação no caule reduziu para 38%, enquanto que nas folhas aumentou para 62% (Tabela 6). Este resultado está de acordo com os obtidos por MATOS et al. (1995) em taxi; porém difere dos encontrados por ALVES et al. (1989) em mangabeira, com acumulações no caule e nas folhas de 50%, e por GONÇALVES et al. (1992) em espécies pioneiras, com acumulações no caule e nas folhas de 53% e 47%, respectivamente, nas secundárias de 57% e 44%, respectivamente, e nas clímax de 51% e 49%, respectivamente.

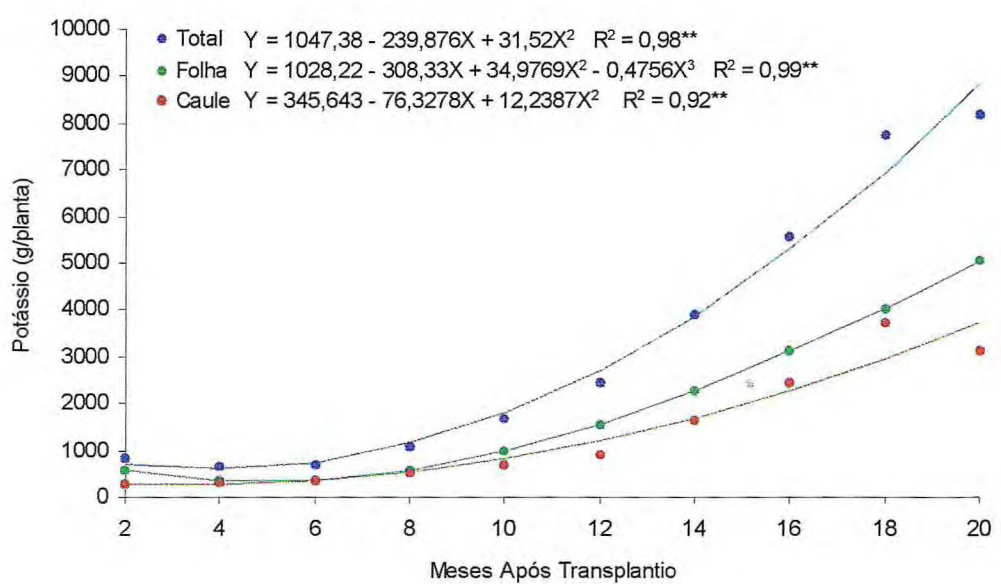


Figura 18: Absorção total de potássio e acumulação no caule e nas folhas em plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio.

A absorção de Ca ao 10^o mês após o transplântio, alcançou apenas 16%, enquanto os 84% restantes foram absorvidos até ao final do 20^o mês (Figura 19). Neste período, o caule contribuiu com 40% e as folhas com 60% do total acumulado de cálcio. Ao 20^o mês após o transplântio, as contribuições dos referidos órgãos passaram a 42 e 58%, respectivamente (Tabela 7). Este resultado é semelhante ao encontrado por GONÇALVES et al. (1992) em espécies pioneiras e secundárias, porém, difere do encontrado para as clímax, com contribuições do caule e das folhas de 52% e 48%,

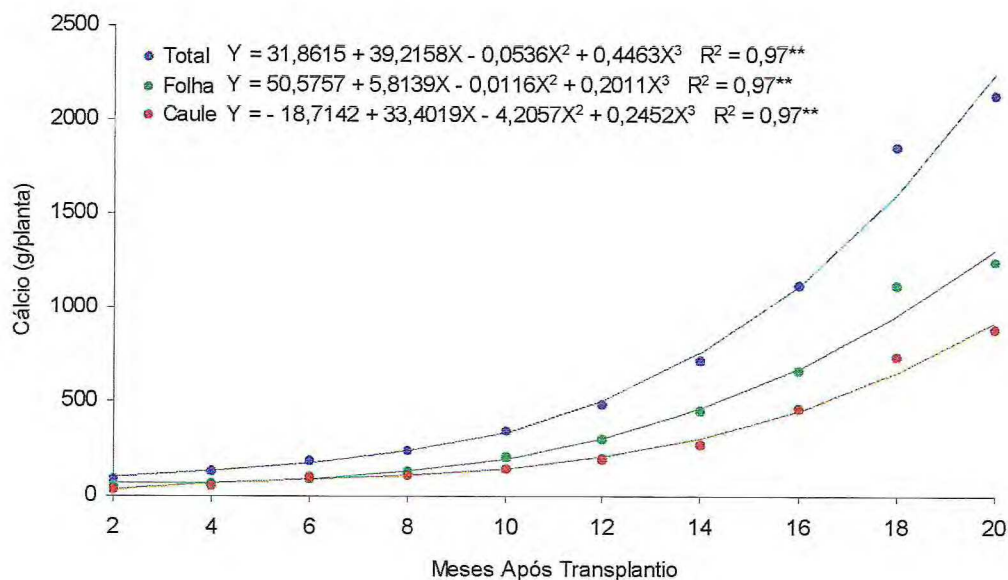


Figura 19: Absorção total de cálcio e acumulação no caule e nas folhas em plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio.

Tabela 7: Distribuição de cálcio, magnésio e de enxofre na parte aérea de plantas de gravioleira em função dos dias após o transplântio (DAT).

DAT	Cálcio		Magnésio		Enxofre	
	Caule	Folha	Caule	Folha	Caule	Folha
	-----%-----					
2	36	64	43	57	48	52
4	47	53	43	57	44	56
6	53	47	54	46	41	60
8	45	55	45	56	43	57
10	40	60	45	55	48	52
12	39	61	46	54	44	57
14	37	63	45	55	47	53
16	41	59	41	59	40	60
18	40	60	47	53	55	46
20	42	58	48	52	47	53

respectivamente; bem como, daqueles obtidos por ALVES et al. (1989) em mangabeira, cuja acumulação no caule e nas folhas foram de 30% e 70%, respectivamente, e por MATOS et al. (1995) em taxi, com acumulações no caule e nas folhas de 32% e 68%, respectivamente.

Ao 10^o mês após o transplântio verificou-se que o total absorvido de Mg foi de apenas 11%, enquanto os 89% restantes foram absorvidos até ao final do período estudado (Figura 20). Ao 10^o mês, as contribuições do caule e folhas foram de 45 e 55%, respectivamente, para a acumulação do Mg, enquanto ao 20^o mês estas contribuições passaram a 48 e 52% do total acumulado de Mg, respectivamente (Tabela 7). Este resultado difere do encontrado por MATOS et al. (1995) em taxi, com acumulações no caule e nas folhas de 34 e 66%, respectivamente, aos 12 meses, e de 39 e 87%, respectivamente, aos 24 meses; bem como, aos obtidos por ALVES et al. (1989) em mangabeira, com acumulações no caule e nas folhas de 17% e 83%, respectivamente.

A absorção total de enxofre ao 10^o mês após o transplântio, alcançou apenas 19%, enquanto que os 81% restantes foram acumulados até ao final do período de estudo (Figura 21). Ao 10^o mês, o caule acumulou 48% e as folhas 52% do S absorvido, e ao 20^o mês, estas contribuições passaram a 47 e 53%, respectivamente (Tabela 7). Este resultado difere do encontrado por ALVES et al. (1989) em mangabeira, com contribuições de caule e folhas de 29 e 71%, respectivamente; bem como, daquele observado por MATOS et al. (1995) em árvores de taxi, com contribuições do caule e folhas de 32 e 69%, respectivamente, aos 12 e 24 meses após o transplântio para o campo.

b) Micronutrientes

A absorção de micronutrientes (Figuras 22, 23, 24 e 25), de um modo geral, não acompanhou o acúmulo de biomassa das plantas, evidenciando que a absorção dos mesmos não foi proporcional à demanda pela planta; a qual pode ser explicada pelo fato de que até ao 10^o mês após o transplântio das mudas, ocorreu um efeito de concentração, o qual apresentou os seguintes teores foliares em $\mu\text{g.g}^{-1}$ de 7,39, 9,16, 47,67 e 24,35 de Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente, em função do baixo acúmulo de biomassa; à partir desta data, verificou-se a ocorrência do efeito de diluição, visto que, os teores foliares de Cu, Fe, Mn e Zn reduziram-se para 2,16, 2,72, 9,66 e 7,37, respectivamente, em função do aumento progressivo do acúmulo de biomassa. Isto evidencia que a absorção dos micronutrientes foi superior à demanda pela planta, na fase inicial e, posteriormente, a absorção foi inferior à demanda, fazendo com que as

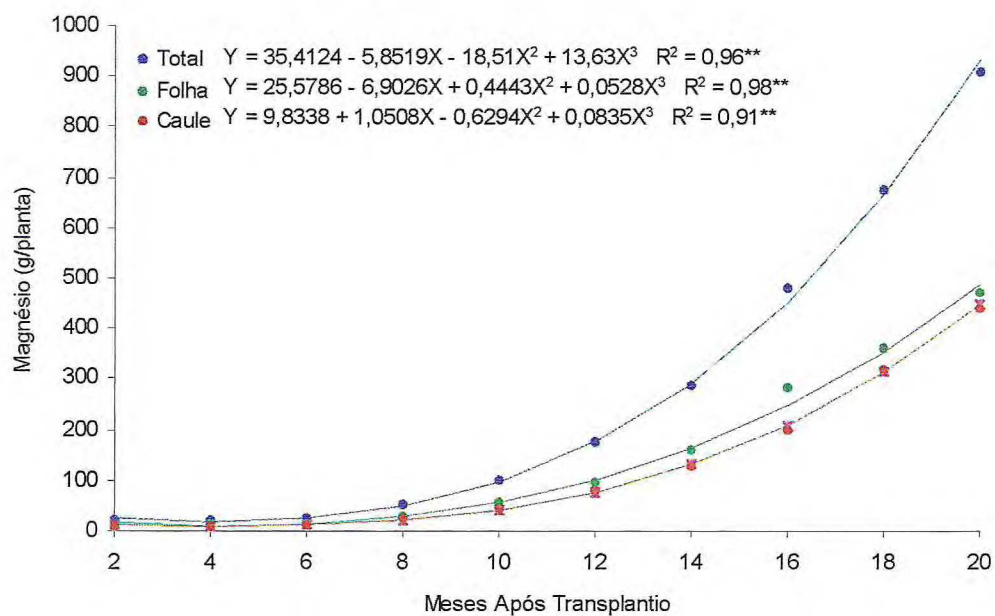


Figura 20: Absorção total de magnésio e acumulação no caule e nas folhas em plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio.

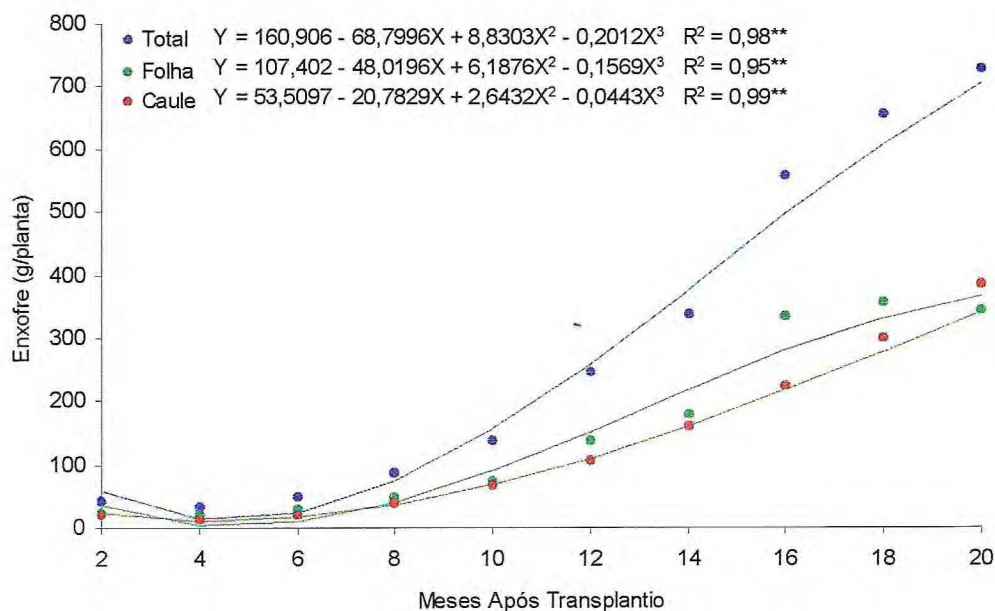


Figura 21: Absorção total de enxofre e acumulação no caule e nas folhas em plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio.

curvas de acumulação de micronutrientes apresentassem comportamentos diferentes da acumulação de matéria seca pelas plantas (Figura 13).

Ao 20^o mês após o transplântio, a quantidade de micronutrientes absorvida pelas plantas de gravioleira, obedeceu a seguinte ordem decrescente: Mn > Zn > Fe > Cu. Este resultado difere da ordem obtida por ALVES et al. (1989) em mangabeira, de Fe > Zn > Mn > Cu. Para ÁVILAN (1980) e SILVA et al. (1984), esta ordem de absorção de micronutrientes pode variar em função das condições edafoclimáticas e das características intrínsecas da planta.

Ao 10^o mês após o transplântio, as plantas absorveram 53% do total da acumulação do Cu, na parte aérea, enquanto os 47% restantes foram acumulados até o final do período estudado (Figura 22). Ao 10^o mês, o caule contribuiu com 48% e as folhas com 52% da quantidade acumulada, enquanto ao 20^o mês, o caule e as folhas contribuíram com 49% e 51%, respectivamente (Tabela 8). Este resultado está de acordo com o obtido por ALVES et al. (1989), em mangabeira.

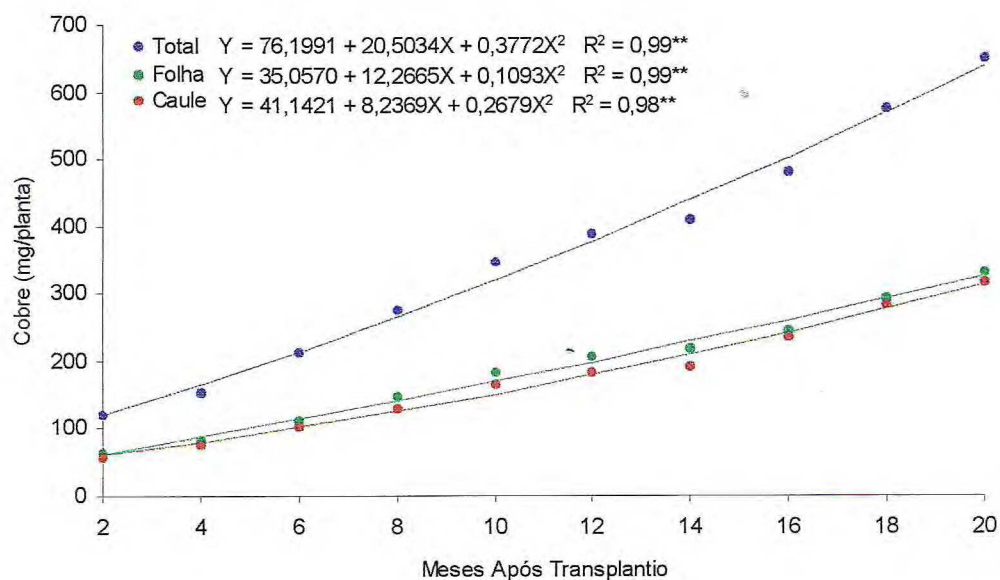


Figura 22: Absorção total de cobre e acumulação no caule e nas folhas em plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio.

Tabela 8: Distribuição de cobre, ferro, manganês e zinco na parte aérea de plantas de gravioleiras em função dos meses após o transplântio (MAT).

DAR	Cobre		Ferro		Manganês		Zinco	
	Caule	Folha	Caule	Folha	Caule	Folha	Caule	Folha
	-----%-----							
2	48	52	47	53	41	59	60	40
4	48	52	47	53	41	59	60	41
6	48	52	47	53	39	62	59	41
8	47	53	44	56	38	62	57	43
10	48	52	41	59	36	64	56	44
12	47	53	45	60	36	64	51	49
14	47	53	41	59	36	64	50	50
16	49	51	43	57	36	64	48	52
18	49	51	43	57	36	64	45	55
20	49	51	42	58	36	65	44	56

Para o ferro, verificou-se que até ao 10^o mês após o transplântio, as plantas absorveram 52% da acumulação de Fe na parte aérea, enquanto os 48% restantes foram acumulados até ao final do período estudado (Figura 23). Ao 10^o mês, o caule contribuiu com 41% e as folhas com 59% da quantidade acumulada, enquanto ao 20^o mês, o caule e as folhas contribuíram com 42% e 58%, respectivamente (Tabela 8). Este resultado difere do encontrado por ALVES et al. (1989), em mangabeira, com contribuições de 31% para o caule e 69% para as folhas.

A absorção de manganês até ao 10^o mês após o transplântio, foi de 77% da acumulação na parte aérea, enquanto os 23% restantes foram acumulados até o final do período estudado (Figura 24). Ao 10^o mês, o caule contribuiu com 36% e as folhas com 64% da quantidade acumulada, enquanto ao 20^o mês, o caule e as folhas contribuíram com 35% e 65%, respectivamente (Tabela 8). Este resultado está de acordo com os obtidos por ALVES et al. (1989), em mangabeira.

Até ao 10^o mês após o transplântio das mudas, a acumulação de zinco alcançou 70%, enquanto os 30% restantes foram acumulados até o final do período estudado (Figura 25). Ao 10^o mês, o caule contribuiu com 56% e as folhas com 44% do total da acumulação do zinco, e ao 20^o mês, as contribuições do caule e das folhas foram de 44 e 56%, respectivamente (Tabela 8). Este resultado está de acordo com o obtido por ALVES et al. (1989), em mangabeira.

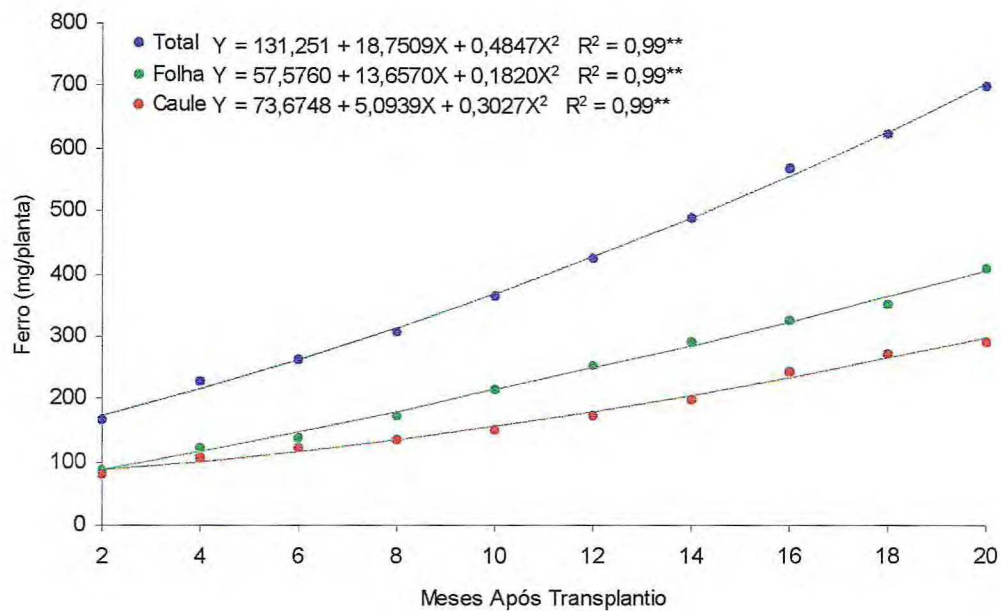


Figura 23: Absorção total de ferro e acumulação no caule e nas folhas em plantas de gravioleira em função dos meses após o transplante.

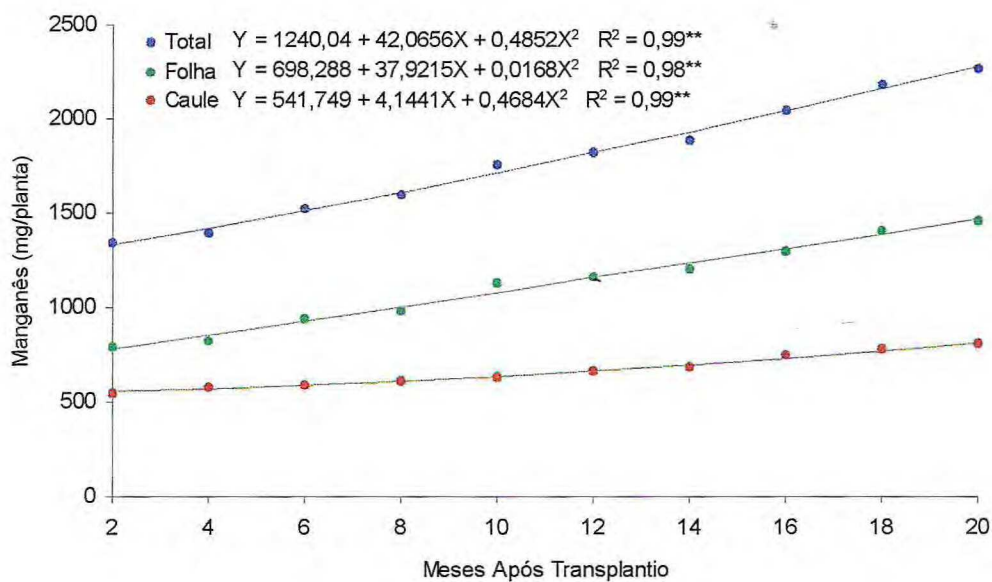


Figura 24: Absorção total de manganês e acumulação no caule e nas folhas em plantas de gravioleira em função dos meses após o transplante.

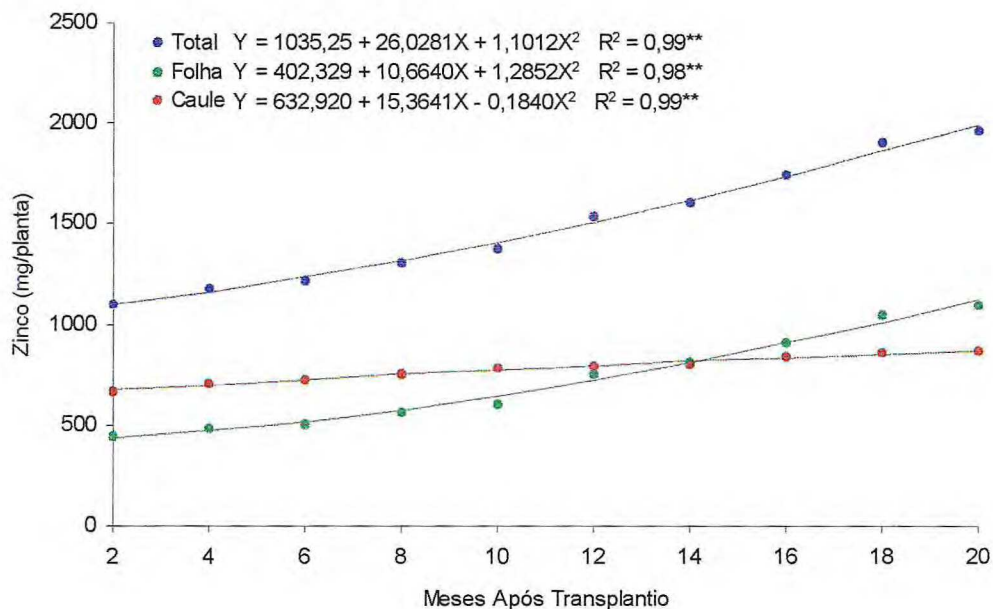


Figura 25: Absorção total de zinco e acumulação no caule e nas folhas em plantas de gravioleira em função dos meses após o transplântio.

3.3. Considerações Finais

Baseando-se na extração de NPK pela gravioleira, na fase de viveiro (Tabela 9), as exigências dos mesmos em mg/dm^3 solo é de 35,6-4,0-80 em N-P₂O₅-K₂O, respectivamente. Considerando-se que a eficiência das adubações estão em torno de 60% para o N, 20% para o P e 70% para o K (FERNANDES, 1993) e, baseando-se na extração de NPK pelas mudas, pode-se recomendar 60-20-114 como doses de N, P₂O₅ e K₂O em g/m^3 de substrato.

A extração de NPK, pelas plantas de gravioleira, em fase de campo, em g/planta foi de 0,88, 0,59 e 1,66, respectivamente, ao 10^o mês após o transplântio e de 6,17, 3,49 e 8,16, respectivamente, ao 20^o mês. Em função do baixo desenvolvimento verificado para as plantas, nesta pesquisa, não foi possível sugerir a recomendação de adubação para o primeiro e segundo ano de cultivo.

Tabela 9: Extração de nutrientes pela gravioleira cultivada em condições de viveiro e no campo, ao 10^o e ao 20^o mês após o transplântio.

Nutrientes	Viveiro	Campo	
		10 ^o mês	20 ^o mês
	mg/planta	-----g/planta-----	
N	177,78	0,88	6,17
P	8,60	0,59	3,49
K	332,25	1,66	8,16
Ca	170,64	0,34	2,13
Mg	23,95	0,10	0,91
S	-	0,14	0,73
	µg/planta	-----mg/planta-----	
Cu	68,29	0,34	0,65
Fe	1334,29	0,36	0,70
Mn	231,14	1,75	2,26
Zn	529,09	0,77	1,96

Conforme mencionado anteriormente, o baixo desenvolvimento das plantas foi atribuído ao manejo da irrigação, o qual não obedeceu o cronograma estabelecido na condução da pesquisa.

4. CONCLUSÃO

- O crescimento das mudas representado pela produção de biomassa, altura e diâmetro do colo foi lento nos primeiros 105 dias. A partir deste período a produção de biomassa aumentou significativamente;
- A acumulação de nutrientes, na parte aérea, seguiu a curva de produção de biomassa, obtendo-se a seguinte ordem: $K > N > Ca > Mg > P$ e para os micronutrientes: $Fe > Zn > Mn > Cu$;
- Baseando-se na extração de NPK pelas mudas, pode-se recomendar em g/m^3 as doses 60-20-114 (N-P₂O₅-K₂O) como adubação de substrato para produção de mudas;
- O crescimento das plantas representado pela produção de biomassa, altura e diâmetro do colo foi lento até o 10º mês após o transplântio. A partir desse período a produção de biomassa aumentou significativamente;
- A acumulação de macronutrientes, na parte aérea, seguiu a curva de produção de biomassa, obtendo-se a seguinte ordem: $K > N > P > Ca > Mg > S$, enquanto que a de micronutrientes não seguiu a curva de produção de biomassa, obtendo-se a seguinte ordem: $Mn > Zn > Fe > Cu$;
- Não foi possível recomendar adubação de campo, em função do pequeno desenvolvimento das plantas, devido ao manejo da irrigação não ter obedecido o cronograma estabelecido na condução da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ALVES, R.E.; LEMOS, R.P. de; OLIVEIRA, E.F. de; SILVA, H.; SILVA, A.Q. de & MALAVOLTA, E. Concentração de nutrientes na planta e nos frutos de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) por ocasião da colheita. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10, 1989, Fortaleza-CE. **Anais ...** Fortaleza: SBF, 1989, 506p. p.352-355.
- ANDRADE, L.A. de; SILVA, H.; SILVA, A.Q. da. Propagação assexuada do umbuzeiro através de estação com uso de IBA e sacarose e concentração de NPK na planta matriz. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10, 1989, Fortaleza-CE. **Anais ...** Fortaleza: SBF, 1989, 506p. p.446-452.
- AVILÁN, R.L. Efecto de la omisión de los nutrientes en el desarrollo y composición química de la guanábana (*Annona muricata* L.) cultivada em soluciones nutritivas. **Agronomia Tropical**: Maracay, n.1, v.25, p.73-79, s.m. 1975. **Agronomia Tropical**: Maracay, s.n., v.21, p.3-10, 1973.
- AVILÁN, R.L.; LABOREM, E.G.; FIGUEROA, M.; RANGEL, L. Exportación de nutrientes por una cosecha de guanabana (*Annona muricata* L.). **Agronomia Tropical**: Maracay, n.1-6, v.31, p.301-307, 1983.
- BASTOS, A.R.R.; CARVALHO, J.G. de; CECÍLIO FILHO, A.B. & ASSIS, R.P. de. Marcha de absorção de macronutrientes em urucum (*Bixa orellana* L.) “tipo cultivado” piave vermelha em fase de viveiro em fase de viveiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, 1995, Viçosa – MG. **Resumos Expandidos...** Viçosa: SBF, 1995, p.800-802.

- BOSCO, J.; AGUIAR FILHO, S.P. de; MELO, A.S. de e BARROS, R.V. **Métodos alternativos no controle de pragas da graviola.** João Pessoa: EMEPA, 1994. 5p.
- BOSCO, J.; AGUIAR FILHO, S.P. de; BARREIRO NETO, M. & MAIA NETO, J.S. Características físicas de frutos de gravioleiras cultivadas na Paraíba. **Revista Brasileira de Fruticultura:** Cruz das Almas, n.1, v.8, p.85-91, 1996.
- CANNEL, M.G.R. Physiology of southern pine seedlings. In: International Symposium on Nursery Management Practices for the Southern Pines, 1985, Montgomery – Alabama. **Proceedings ...** Montgomery – Alabama, 1985, p. 251-274.
- CARDOSO, E. de A.; SILVA, H. & SILVA, A.Q. da. Influência da origem da semente no desenvolvimento e concentração de nutrientes em mudas de graviola (*Annona muricata* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10, 1989, Fortaleza-CE. **Anais ...** Fortaleza: SBF, 1989, 506p. p. 201-203.
- CARVALHO, J.G. de; BASTOS, A.R.R.; CECÍLIO FILHO, A.B. & ASSIS, R.P. de. Marcha de absorção de micronutrientes em urucum (*Bixa orellana* L.) “tipo cultivado” piave vermelha em fase de viveiro em fase de viveiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, 1995, Viçosa – MG. **Resumos Expandidos...** Viçosa: SBF, 1995, p.803-805.
- CASTRO, A. de C.; MAIA, G.A.; HOLANDA, L.F.F.; GUEDES, Z.B.L.; FÉ, J. de A.M. Características físicas e químicas da graviola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira:** Brasília, n.19, v.3, p.361-365, mar. 1984.
- CHAPMAN, J.C. The effect of potassium and nitrogen fertilizers on yield, fruit quality and leaf analysis of imperial mandarins. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry:** Melbourne, s.n., v.22, p.331-336, ago. 1982.

- CORRÊA, M. J. P.; SANTOS, R. A. dos; FERNANDES, V. L. B. & ALMEIDA, F. C. G. Absorção de macronutrientes (NPK) pela cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.) c. v. Jori. **Ciência Agronômica**: Fortaleza, n. 1/2, v. 26, p. 30-33, 1995.
- CORRÊA, L. de S.; NACIMENTO, V.M. do; NEVES, L.H. Variações nos teores foliares de N, P, K, Ca e Mg em três tipos de cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) durante um ano. **Científica**: São Paulo, n.2, v.19, p.19-29, 1991.
- EMBLETON, T.W.; REIZ, H.J.; JONES, E.W. Citrus fertilization. In: REUTHER, W. et al. **The Citrus industry**: Riverside/California: University of California, s.n., v.3, p.122-182, 1973.
- FALADE, J.A. Effects of macronutrients on the distribution in cashew (*Anacardium occidentale* L.). **Journal of The Science of Food and Agricultural**: London, n.29, s.v., p.81-86, 1978a.
- FALADE, J.A. Effects of macronutrients on the growth and dry matter accumulation of cashew (*Anacardium occidentale* L.). **Turrialba**: São José, n.2, v.28, p.123-127, 1978b.
- FALLAHI, E. & MOUSAVI, Z. Performance of 'Orlando' tangelo trees on ten rootstocks in Arizona. **Journal of American Society for Horticultural Science**: Geneva, n.1, v.116, p.2-5, 1991.
- FERNANDES, F.M.; CORRÊA, L. de S.; NASCIMENTO, V.M. do; HOMEM, S.M.P. Variações nos teores foliares de N, P, K, Ca e Mg em três variedades de goiabeira (*Psidium guajava* L.) durante o ano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10, 1989, Fortaleza-CE. **Anais ...** Fortaleza: SBF, 1989a, 506p. p.192-197.

- FRAGOSO, H. de A. **Teores nas folhas e exportação de macronutrientes através da castanha e do pseudofruto de dois clones de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.)**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1996. 58p. (Dissertação de MSc - Departamento de Fitotecnia).
- GAZEL FILHO, A.B.; CARVALHO, A.C. e MENEZES, A.J.E.A. Teores de macronutrientes em folhas de gravioleiras. **Revista Brasileira de Fruticultura: Cruz das Almas**, n.2, v.16, p.121, 1994.
- GAZEL FILHO, A.B. & MENEZES, A.J.E.A. Observações preliminares sobre floração em genótipos de graviola (*Annona muricata* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura: Cruz das Almas**, n.2, v.17, p.137-139, ago. 1995.
- GIACOMETTI, D.C. Variabilidade genética e adaptação de espécies frutíferas. **Revista Brasileira de Fruticultura: Cruz das Almas**, n.1, v.1, p.9-13, 1978.
- GONÇALVES, J.L. de M.; FREIXÊDAS, V.M.; KAGEYAMA, P.Y.; GONÇALVES, J.C. & DIAS, J.H.P. Produção de biomassa e sistema radicular de espécies de diferentes estágios sucessionais. **Revista do Instituto Florestal: São Paulo**, v.4, n. único, p. 363-367, mar. 1992a.
- GONÇALVES, J.L. de M.; KAGEYAMA, P.Y.; FREIXÊDAS, V.M.; GONÇALVES, J.C. & GERES, W. L. de A. Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. **Revista do Instituto Florestal: São Paulo**, v.4, n. único, p. 463-469, mar. 1992b.
- GOPIKUMAR, K; ARAVINDAKSHAN, M.; Sand culture studies in cashew. **Indian Cashew Journal: Cochin**, n.2, v.18, p.9-14, 1986.

- HARISHU KUMAR, P.; NAGABHHUSHANAM, S. Leaf nutrient content of cashew (*Annacardium occidentale* L.) influenced by different methods of fertilizer application. **Indian Cashew Journal:** Cochin, n.3, v.13, p.9-11, 1981.
- HARISHU KUMAR, P.; NAIR, B.P.; RAKHIAPPAN, P. et a. Variation in mineral composition of leaves of cashew (*Annacardium occidentale* L.) as affected by season, position and age. **Indian Cashew Journal:** Cochin, n.1, v.14, p.7-10, 1982b.
- HARISHU KUMAR, P.; NAIR, B.P.; MURTHY, K.N. Standardisation of leaf sample size for NPK analysis in cashew (*Annacardium occidentale* L.). **Indian Cashew Journal:** Cochin, n.1, v.14, p.13-14, 1982a.
- IWAOKA, W.T.; ZHANG, X.; HAMILTON, R.A.; CHIA, C.L.; TANG, C.S. Identifying volatiles in soursop and comparing their changing profiles during ripening. **The American Society for Horticultural Science:** Alexandria, n.8, v.28, p.817-819, aug. 1993.
- KOO, R.C.J. The influence of N, K and irrigation on the size and fruit production of 'valencia' orange. **Proceeding of the Florida State Horticultural Society:** Tallahasee, s.n., v.92, p.10-13, 1979.
- LATIS, T. & CHIBILITI, G. Diagnosis of nutrient deficiencies in cashew: a study conducted in the western province of Zambia. **Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale:** Firenze, n.4, v.28, p.677-689, 1988.
- LEDERMAN, I.E.; BEZERRA, J.E.F.; ASCHOFF, M.N.A.; OLIVEIRA, E.N.M. de & ROSA, J.M.G. Propagação vegetativa do umbuzeiro (*Spondia tuberosa* Arr. Cam.) e da graviola (*Annona muricata* L.) através da alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura:** Cruz das Almas, n.1, v.13, p.55-58, 1991.

- LEDO, A. da S. & FORTES, J.M. Avaliação de métodos de enxertia para a graviola em Viçosa - MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**: Cruz das Almas, n.1, v.13, p.63-66, 1997.
- LEDO, A. da S. & CABANELAS, C.I.L. Superação de dormência de sementes de graviola (*Annona muricata* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**: Cruz das Almas, n.3, v.19, p.397-400, dez. 1997.
- LOPES, J.G.V. Cultivo da gravioleira. **Informativo da SBF**: Jaboticabal, n.2, v.3, p.9-10, 1984.
- LOPES, J.V.G. & OLIVEIRA, F.M.M.; ALMEIDA, J.I.L. de. **A gravioleira**. Fortaleza: BNB, 1994. 71p.
- MAGALHÃES, A.F. de J. Influência da adubação na composição mineral do solo, das folhas e produção de laranja pera. **Revista Brasileira de Fruticultura**: Cruz das Almas, n.3, v.9, p.31-37, 1987.
- MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação em citrus**. São Paulo: POTAFOS, 1979. p.13-71. (Boletim Técnico, 5).
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2ª ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p. il.
- MANICA, I.; ACCORSI, M.R.; BELLOTO, F.A.; FIORAVANÇO, J.C.; GAMA, F.; KIST, H.G.K.; MORALES, C.F.; PAIVA, M.C.; SCHWARZ, S.F. **Fruticultura - cultivo das anonáceas**: ata, cherimólia e graviola. In.: MANICA, I. _____. coord. Porto Alegre: EVANGRAF, 1994. 116p.

- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2ªed. London: Academic Press, 1995. 889p. il.
- MATOS, A. de O.; SILVEIRA, R.I. & CARVALHO, J.G. de. Exportação e acúmulo de macronutrientes em taxi (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) de diferentes idades, em Belterra, PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, 1995, Viçosa – MG. **Resumos Expandidos...** Viçosa: SBF, 1995, p.833-835.
- MELO, G.S. de; GONZAGA NETO, L.; MOURA, R.J.M. de. Cultivo da gravioleira (*Annona muricata* L.). **Instruções Técnicas do IPA**, s.l., s.n., s.v., p.1-4, fev.1983.
- MENGEL, K. e KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. Berne: International Potash Institute, 1987. 687p.
- MENEZES JUNIOR, J. **Efeito da adubação com NPK no crescimento e produção de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.)**. Fortaleza: UFC, 1991. 61p.. (Dissertação MSc em Solos e Nutrição Mineral de Plantas)
- MENON, M.A.; SILLADMATH, U.V. Mineral nutrition of cashew (*Anacardium occidentale* L.). **Indian Cashew Journal**: Cochin, n.2, v.14, p.7-13, 1981.
- NASCIMENTO, V.M. do; CORRÊA, L. de S.; PAES, L.P.J.; ZOGAS, M.L. Variações nos teores foliares de N, P, K, Ca e Mg em quatro cultivares de abacateiro (*Persea americana* Mill) durante o ano. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10, 1989, Fortaleza-CE. **Anais ...** Fortaleza: SBF, 1989a, 506p. p.5-10.
- NASCIMENTO, V.M. do; CORRÊA, L. de S.; BORSATO, A.S.; ARAMAKI, E.K. Variações nos teores de N, P, K, Ca e Mg em duas variedades de mangueira (*Mangifera indica* L.) durante o ano. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE

- FRUTICUL-TURA, 10, 1989, Fortaleza-CE. **Anais ...** Fortaleza: SBF, 1989b, 506p. p.342-345.
- NOONAN, J.C. Review of investigations on the *Annona* species. **The National Horticultural Magazine**, s.l., s.n., s.v., oct. 1954.
- NUNES, R. de P. **Métodos para a pesquisa agrônômica**. Fortaleza: UFC/Centro de Ciências Agrárias, 1998. 564p.
- PATHAK, R.A.; PANDEY, R.M. A note on the status of mineral content of inflorescence and fruit at different stages of their growth in mango (*Mangifera indica* L.) cv. Dashehari. **Scientia Horticulturae**: Amsterdam, s.n., v.5, p.255-264, 1976.
- PINTO, A.C. de Q. & SILVA, E.M. da **Graviola para exportação**: aspectos técnicos da produção. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 41p.
- POGGIANI, F.; BRUNI, S. & BARBOSA, E.S.Q. Efeito do sombreamento sobre o crescimento de mudas de três espécies florestais. **Revista do Instituto Florestal**: São Paulo, v.4, n. único, p.564-569, mar. 1992.
- PRATA, E. B. Acumulação de biomassa e absorção de nutrientes por híbridos de meloeiro (*Cucumis melo* L.). Fortaleza: UFC, 1999. 60p. (Dissertação de Mestrado – DCS).
- RAMOS, J.H.V. Cultura da gravioleira (*Annona muricata* L.). In: Donadio, L.C.; Martins, A.B.G.; Valente, J.P. **Fruticultura Tropical**. Jabotical: FUNEP, 1992. p.247-268.
- RASAI, S.; GEORGE, A.P.; KANTHARAJAH, A.S. Tissue culture of *Annona* spp (cherimoya, atemoya, sugar apple and soursop): a review. **Scientia Horticulturae**: s. local, n.1-2, v.62, p.1-14, 1995.

- REDDY, A.V.; NARASIMHA RAO, P.V.; ANAKAIAH, S.; SUBBA RAO, I.V. Cashew NPK nutrition in relation to growth under graded doses of nitrogen fertilization. *Indian Cashew Journal*: Cochin, n.4, v.14, p.15-21, 1981.
- REDDY, S.E.; MAJMUDAR, A.M. Tracking phosphorus patterns in mango (*Mangifera indica* L.) and possible relations to floral induction. *Fertilizer Research*: Dorchecht, s.n., v.6, p.225-234, 1985.
- RODRIGUEZ, O. Nutrição e adubação dos citros. In: RODRIGUEZ, O. & VIEGAS, F. eds. *Citricultura brasileira*. Campinas: Fundação Cargill, 1980, v.2, cap.15, p.387-428.
- SILVA, A.Q. da; SILVA, H.; ROQUE, M.L.; MALAVOLTA, E. Nutrição mineral da graviola (*Annona muricata* L.). I. Sintomas de carências nutricionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8, Brasília, 1986. *Anais...* Brasília: SBF, s.n., v.2, p.297-301, 1986.
- SILVA, A.Q. da; SILVA, H.; ROQUE, M.L.; MALAVOLTA, E. Nutrição mineral da graviola (*Annona muricata* L.). II. Teores de macronutrientes e de B. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8, Brasília, 1986. *Anais...* Brasília: SBF, s.n., v.2, p.303-307, 1986.
- SILVA, M.R.M. **Comportamento de mudas de cajueiro cultivadas em diferentes níveis de alumínio no solo**. Fortaleza: UFC, 1996. 75p. (Dissertação de Mestrado em Solos e Nutrição Mineral de Plantas).
- SILVA, C.R. de R. e; VICENTINI, S.; MENEGUCCI, J.L.P. & CARVALHO, J.G. de. Efeito do MAP no crescimento de mudas de bananeira cv. grand nine, propagadas in vitro durante enviveiramento. *Revista Brasileira de Fruticultura*: Cruz das Almas, v.19, n.3, p.327-333, dez.1997.

- SILVEIRA, R.L.V. de A.; LUCA, E.F. de & SHIBATA, F. Absorção de macronutrientes pelas mudas de *Eucalyptus grandis* em condição de viveiro. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, Viçosa, 1995. **Resumos Expandidos...** Viçosa: SBCS, 1995a, p.839-841.
- SILVEIRA, R.L.V. de A.; CHALITA, L.V. de A.S. Absorção de micronutrientes pelas mudas de *Eucalyptus grandis* em condição de viveiro. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, Viçosa, 1995. **Resumos Expandidos...** Viçosa: SBCS, 1995b, p.842-844.
- SILVEIRA, R.L.V. de A.; CAMARGO, M.A.F.; LUCA, E.F. de & LUZ, H.F. Absorção e exportação de macronutrientes pelas brotações de clones de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis* em jardim clonal. . In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, Viçosa, 1995. **Resumos Expandidos...** Viçosa: SBCS, 1995a, p.845-847.
- SILVEIRA, R.L.V. de A.; LUCA, E.F. de & CHALITA, L.V. de A.S. Absorção e exportação de micronutrientes pelas brotações de clones de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis* em jardim clonal. . In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, Viçosa, 1995. **Resumos Expandidos...** Viçosa: SBCS, 1995b, p.848-850.
- TUKEY, R.B.; LANGTON, R.; CLINE, R.A. Influence of rootstock, bodystock and interstock on the nutrient content of apple foliage. **Journal of American Society for Horticultural Science**: Geneva, s.n., v.80, p.73-78, 1961.
- VAZ FILHO, D.; POMPEU JÚNIOR, J.; DONÁDIO, L.C. Influência de diferentes porta-enxertos na composição mineral das folhas e na qualidade de frutos de laranjeira natal (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). **Laranja**: Cordeirópolis, n.2, v.12, p.467-486, 1991.

VELOSO, C. A. C.; MURAOKA, T. & MALAVOLTA, E. Sintomas de deficiência de micronutrientes em plantas de pimenta – do – reino (*Piper nigrum*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 25, 1995, Viçosa – MG. **Resumos Expandidos...** Viçosa: SBF, 1995, p.581-583.

YAACOB, O.; NGAH, W.A.R.; KAMAL, A.J.M. Effect of rainfall, age and position on the nutrient content of cashewnut leaf on Tin-Tailing in Malaysia. **Acta Horticulturae:** Wageningen, s.n., v.108, p.85-90, 1985.