

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

MIGUEL WANDERLEY DE ANDRADE

**FONTES E DOSES DE N, P, K E MÉTODOS DE ENXERTIA
NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE UMBUZEIRO (*Spondias
tuberosa* Arr. Cam.)**

MOSSORÓ-RN

2011

MIGUEL WANDERLEY DE ANDRADE

**FONTES E DOSES DE N, P, K E MÉTODOS DE ENXERTIA
NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE UMBUZEIRO (*Spondias tuberosa*
Arr. Cam.)**

Tese apresentada ao Programa
de Pós-graduação em
Fitotecnia da Universidade
Federal Rural do Semiárido,
como parte dos requisitos
necessários para obtenção do
grau de “Doutor em
Agronomia” Área de
Concentração: Fitotecnia

ORIENTADOR:
Ph.D. VANDER MENDONÇA

MOSSORÓ-RN

2011

Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e catalogação da Biblioteca Orlando Teixeira” da UFERSA

A553f Andrade, Miguel Wanderley de.

Fontes e doses de N, P, K e métodos de enxertia na produção de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). / Miguel Wanderley de Andrade.-- Mossoró, 2011.

141 f.: il.

Tese (Doutorado em Fitotecnia. Área de Concentração: Propagação vegetal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Orientador: Prof. PhD. Vander Mendonça.

1. Fruticultura. 2. Macronutrientes. 3. Propagação vegetativa. 4. Umbuzeiro. I.Título.


CDD: 634.44

MIGUEL WANDERLEY DE ANDRADE

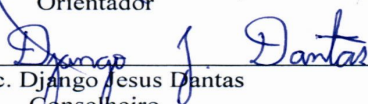
**FONTES E DOSES DE N, P, K E MÉTODOS DE ENXERTIA
NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE UMBUZEIRO (*Spondias tuberosa*
Arr. Cam.)**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de “Doutor em Agronomia” Área de Concentração: Fitotecnia


APROVADA EM: 16 / 12 / 2011



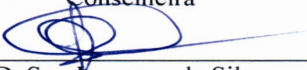
Ph.D. Vander Mendonça
Orientador



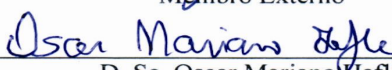
D. Sc. Django Jesus Dantas
Conselheiro



D. Sc. Patrícia Lígia Dantas de Moraes
Conselheira



D. Sc. Jaeverson da Silva
Membro Externo



D. Sc. Oscar Mariano
Membro Externo

Dedicatória

Para minha mãe, Adelina Ângelo, cujo exemplo ensinou-me que mesmo o doutorado deve ser um grande passo para a humildade.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que nos dá a compreensão para traduzirmos os fenômenos em Ciência.

A minha família, pelas orações que eu não ouvia, mas sempre me faziam bem.

À Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA-RN), pela contribuição do pessoal técnico-administrativo e desempenho do corpo docente na transmissão do conhecimento.

Ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Sousa-PB pela política educacional que possibilita o aprimoramento dos seus profissionais

Ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Iguatu-CE pela elaboração e execução do Programa de Pós-Graduação em Nível de Doutorado.

A CAPES, pelo zelo com o desenvolvimento científico e pela ajuda financeira à pesquisa.

Ao Professor Vander Mendonça pela orientação na pesquisa e compreensão durante todo o período do Curso.

Ao Professor Oscar Mariano Hafle pela co-orientação e o diálogo em todas as fases da Pesquisa.

Ao Professor Alexandre Paiva da Silva, pelo apoio e diálogo em assuntos metodológicos.

Ao Professor Hermano de Oliveira Rolim, pela ajuda durante as análises em laboratório.

Aos colegas de turma que começaram o curso em comunhão comigo; depois, a estrutura da pesquisa fez com que cada um seguisse um caminho diferente; antes de culpar o tempo por nos desagregar, louvo a vida que nos uniu.

À Professora Válbia Macena de Melo, pela disponibilidade no trabalho de revisão.

Ao amigo Dorgival Assis Gadelha, pelo empenho nos trabalhos de digitação.

Aos funcionários Libório Ferreira de Menezes (Bolinha) e Robério Ferreira de Menezes (Beré), pelos trabalhos de campo executados durante a pesquisa.

Ao servidor Fernando Coutinho e sua família que abriram os campos de umbuzeiro, em Santo Antonio do Seridó-PB, para coleta de material.

Quando se busca uma planta de umbuzeiro

Miguel Wanderley de Andrade

Procurei por toda a Caatinga

Quase uma devastação assolava a tua casa;

Fui te encontrar nos quintais, tão solitária!

E outros teus irmãos espalhados como judeus,

Havia raios de distância.

Observei que não havia jovens entre os indivíduos!

Onde antes existia uma epiderme macia,

Agora uma casca grossa, como rugas, cobria os corpos.

Quase todos velhos, vegetando numa aridez, de fins de tempos.

Busquei achar uma pequenina, para provar que havia esperança em tua geração.

Palmilhei junto com o gado, todos os arredores.

Perguntei nas estradas, nas chapadas, aos retirantes.

Ninguém me deu a ínfima esperança.

Foi somente quando enxerguei o último pedregulho,

Que se afasta do centro de um escalvado

Onde nenhum calcanhar havia pousado,

Mas uma queimada tinha retorcido quase tudo.

Uma fortificação de troncos pretos guardavam algo bem velado.

Era quase noite – o sol, com últimos raios, conspirava para que eu não te encontrasse.

Corri para este ponto, onde uma árvore havia caído

E levantado a terra ao teu redor.

Meu corpo oscilou entre o tremor e a petrificação:

Os olhos parados suplicavam por mais luz

Porém, minhas mãos te tocaram hesitantes.

Somente neste instante de sombra, onde só o tato pode revelar a forma

E uma luminosidade absoluta desce dando consciência,

Eu te reconheci pela túbera exposta.

RESUMO GERAL

ANDRADE, Miguel Wanderley. **Fontes e doses de N, P, K e métodos de enxertia na produção de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.).** 2011. 141 f. Tese (doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró – RN, 2011.

O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito de fontes e doses de NPK e avaliar a propagação por enxertia para a produção de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). Os experimentos foram instalados e conduzidos em telado, em Sousa-PB. Adotou-se o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 5, com quatro repetições para todos os experimentos com macronutrientes N e K. Primeiramente, foram testados: uréia e sulfato de amônio nas doses de N: 0, 350, 700, 1400 e 2800 mg.dm⁻³ de substrato. Posteriormente, foram avaliados fertilizantes potássicos: cloreto e sulfato de potássio, nas doses de K₂O: 0, 1800, 3600, 5400 e 7200 mg.dm⁻³ de substrato. No último ensaio, foram testados os fertilizantes fosfatados: MAP nas doses de P₂O₅: 0; 1100; 2200; 3300 e 4400 mg.dm⁻³ de substrato, e superfosfato simples nas doses de P₂O₅: 0; 450; 900; 1350 e 1800 mg.dm⁻³ de substrato. No experimento referente aos métodos de enxertia, foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas no tempo, estando nas parcelas cinco métodos de enxertia (borbulhia; garfagem no topo; garfagem lateral; inglesa simples e inglesa complicada) e nas subparcelas, os 4 períodos de avaliação (intervalos de 15 dias, durante sessenta dias), sendo cada unidade experimental constituída por 15 plantas. As doses de nitrogênio e potássio aplicadas ao solo influenciaram negativamente a sobrevivência das mudas, comprimento da parte aérea, diâmetro do caule e massa fresca da raiz. A resposta à adubação fosfatada para a matéria seca da parte aérea e do xilopódio, expressou a máxima produção nas doses 1350 e 450 mg.dm⁻³ de P, respectivamente. Os métodos garfagem no topo e a inglesa simples apresentaram o maior número de brotações (58,5%) em plantas de umbuzeiro.

Palavras-chave: Fruticultura, macronutrientes, propagação vegetativa, umbuzeiro

GENERAL ABSTRACT

ANDRADE, Miguel Wanderley. **Primary macronutrients (NPK) and grafting in the production of seedlings of *Spondias tuberosa* Arr. Cam.**. 2011. 141 f. Thesis (Doctorate in Plant Science – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró – RN, 2011.

The objective of this study was to determine the effect of sources and doses of NPK and to evaluate the propagation by grafting for the production of vigorous seedlings of umbu tree (*Spondias tuberosa* Arr Cam). The experiments were conducted in greenhouse in Sousa-PB. We adopted the randomized block design in 2 x 5 factorial scheme with four replications for all experiments with macronutrients. First, we tested urea and ammonium sulfate at five rates: 0, 350, 700, 1400 e 2800 mg.dm⁻³ substrate. We subsequently evaluated two sources of potassium fertilizer (potassium chloride and potassium sulfate) in five doses of K₂O: 0, 1800, 3600, 5400 e 7200 mg.dm⁻³. In the last test, we tested phosphate fertilizer (MAP) at doses of P₂O₅: 0; 450; 900; 1350 e 1800 mg.dm⁻³ substrate, and superphosphate doses of P₂O₅: 0; 450; 900; 1350 e 1800 mg.dm⁻³ substrate. In the experiment regarding the methods of grafting, we used a randomized block design with four replications in a split plot in time, standing in five installments grafting (budding, cleft graft, stub graft, whip graft and tongue graft) and the plots, the four assessment periods (intervals of 15 days for sixty days), each experimental unit consisted of 15 plants. The increase in nitrogen and potassium applied negatively influenced the survival of seedlings, shoot length, stem diameter and fresh weight of root. The response to phosphorus fertilization showed to shoot dry matter and xylopodium production in dose 1350 and 450 mg.dm⁻³ P₂O₅, respectively. The grafting methods cleft graft and whip graft had the highest number of shoots (58,5%) in plants of umbu tree.

Keywords: Fruit culture, vegetative propagation, macronutrients, umbu tree

LISTA DE TABELAS DO CAPÍTULO II

- TABELA 1 - Análise de fertilidade do solo utilizado na formação do substrato do experimento. Sousa-PB, 2011..... 79
- TABELA 2 - Resumo da análise de variância na utilização de adubação nitrogenada na produção de porta-enxerto de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*). Sousa-PB, 2011..... 82
- TABELA 3 - Efeito de cada fonte de nitrogênio sobre a sobrevivência comprimento da parte aérea de porta-enxerto de umbuzeiro. Sousa,PB. 2011 ... 88
- TABELA 4 - Resumo da análise de variância na utilização de adubação potássica na produção de porta-enxerto de umbuzeiro. Sousa-PB, 2011..... 92

LISTA DE TABELA DO CAPÍTULO III

TABELA 1 - Análise de fertilidade do solo utilizado na formação do substrato do experimento. Sousa-PB, 2011.....	109
TABELA 2 - Resumo da análise de variância na utilização de adubação fosfatada (MAP) na produção de porta-enxerto de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i>). Sousa-PB, 2011.....	112
TABELA 3 - Resumo da análise de variância na utilização de adubação fosfatada (SS) na produção de porta-enxerto de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i>). Sousa-PB, 2011.....	115

LISTA DE TABELAS DO CAPÍTULO IV

TABELA 1 - Resumo da análise de variância do experimento de enxertia, na produção de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*). Sousa- PB, 2011..... 132

TABELA 2 - Percentagem de enxerto em brotação de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) Sousa-PB, 2011 133

LISTA DE FIGURAS DO CAPÍTULO II

FIGURA 1 - Ensaio com adubação em umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i>).....	80
FIGURA 2 - Sobrevivência de porta-enxerto de umbuzeiro (%), em função de doses de nitrogênio. Sousa-PB, 2011	83
FIGURA 3 - Comprimento da parte aérea (cm) de porta-enxerto de umbuzeiro em função de doses de nitrogênio. Sousa-PB, 2011	85
FIGURA 4 - Diâmetro do caule (mm) de porta-enxerto de umbuzeiro em função de doses de nitrogênio. Sousa-PB, 2011	86
FIGURA 5 - Massa fresca do xilopódio de porta-enxerto de umbuzeiro em função de doses de nitrogênio. Sousa-PB, 2011	91
FIGURA 6 - Sobrevivência de porta-enxerto de umbuzeiro em função de doses de potássio. Sousa-PB, 2011	94
FIGURA 7 - Comprimento da parte aérea (cm) de porta-enxerto de umbuzeiro em função de doses de potássio. Sousa-PB, 2011	95
FIGURA 8 - Diâmetro do caule (mm) de porta-enxerto de umbuzeiro em função de doses de potássio. Sousa-PB, 2011	95
FIGURA 9 - Massa fresca do xilopódio de porta-enxerto de umbuzeiro em função de doses de potássio. Sousa- PB, 2011	97

LISTA DE FIGURAS DO CAPÍTULO III

FIGURA 1 - Comprimento da parte aérea de mudas de umbuzeiro em função de doses de fósforo (MAP) Sousa-PB, 2011	113
FIGURA 2 - Comprimento da parte aérea de mudas de umbuzeiro em função de doses de fósforo (SS) Sousa-PB, 2011	116
FIGURA 3 - Diâmetro do caule (mm) de mudas de umbuzeiro em função de doses de fósforo (SS) Sousa,PB, 2011	117
FIGURA 4 - Massa fresca da parte aérea de mudas de umbuzeiro em função de doses de fósforo (SS) Sousa-PB. 2011	118
FIGURA 5 - Massa fresca do xilopódio de mudas de umbuzeiro em função de doses de fósforo (SS) Sousa-PB, 2011.....	118
FIGURA 6 -Massa seca da parte aérea de mudas de umbuzeiro em função de doses de fósforo (SS) Sousa-PB, 2011.....	119

LISTA DE FIGURAS DO CAPÍTULO IV

FIGURA 1 - Aspecto da brotação de enxertos em ensaio com umbuzeiro.....	133
FIGURA 2- Número de brotações em relação aos dias após a enxertia, nos métodos testados.....	136

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1- FONTES E DOSES DE N, P, K E MÉTODOS DE ENXERTIA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE UMBUZEIRO *(Spondias tuberosa Arr. Cam.)*

1.	INTRODUÇÃO GERAL	20
2.	REVISÃO DE LITERATURA	24
2.1	ASPECTOS GERAIS SOBRE O UMBUZEIRO.....	24
2.2	NUTRIÇÃO MINERAL: NITROGÊNIO	29
2.3	NUTRIÇÃO MINERAL: POTÁSSIO E OUTROS ELEMENTOS.....	33
2.4	NUTRIÇÃO MINERAL: FÓSFORO.....	34
2.5	pH E DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES	37
2.6	NUTRIÇÃO EM ESPÉCIES SELVAGENS VERSUS DOMESTICADAS.	39
2.7	ASPECTOS ENVOLVIDOS NA PROPAGAÇÃO DO UMBUZEIRO	40
2.7.1	PROPAGAÇÃO DE FRUTÍFERAS	40
2.7.2	PROPAGAÇÃO SEXUADA OU SEMINÍFERA.....	41
2.7.3	PROPAGAÇÃO ASSEXUADA	44
2.8	UTILIZAÇÃO DE SUBSTRATOS NA PROPAGAÇÃO DE FRUTÍFERAS	48
2.8.1	PROPRIEDADES QUÍMICAS E FÍSICAS DOS SUBSTRATOS	50
2.8.2	ADUBAÇÃO DE SUBSTRATO	50
2.9	CUIDADOS BÁSICOS COM OS PORTA-ENXERTOS	52
2.10	PARÂMETROS MORFOLÓGICOS PARA A AVALIAÇÃO DE MUDAS	53
2.10.1	COMPRIMENTO DA PARTE AÉREA(H)	54
2.10.2	DIÂMETRO DE COLO(D)	54
2.10.3	RELAÇÃO COMPRIMENTO DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO DE COLO (H/D).....	55

2.10.4 MASSA FRESCA E SECA DAS MUDAS	56
3. REFERÊNCIAS	58

CAPÍTULO 2 – ADUBOS NITROGENADOS E POTÁSSICOS NA PRODUÇÃO DE PORTA- ENXERTOS DE UMBUZEIRO (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)

RESUMO	73
ABSTRACT	74
1. INTRODUÇÃO	75
2. MATERIAL E MÉTODOS	78
2.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA	81
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	82
3.1 ADUBAÇÃO NITROGENADA	82
3.2 ADUBAÇÃO POTÁSSICA	92
4. CONCLUSÃO	99
5. REFERÊNCIAS	100

CAPÍTULO 3 – ADUBOS FOSFATADOS NA PRODUÇÃO DE PORTA- ENXERTOS DE UMBUZEIRO (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)

RESUMO	105
ABSTRACT	106
1. INTRODUÇÃO	107
2. MATERIAL E MÉTODOS	109
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	112
4. CONCLUSÃO	121
5. REFERÊNCIAS	122

CAPÍTULO 4 – MÉTODOS DE ENXERTIA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE UMBUZEIRO (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)

RESUMO	125
ABSTRACT	126
1. INTRODUÇÃO	127
2. MATERIAL E MÉTODOS	130

3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	133
4.	CONCLUSÃO.....	139
5.	REFERÊNCIAS	140

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Bioma Caatinga é o único em termo geográfico que está restrito ao território brasileiro, ocupando cerca de 9,92% do território nacional, inclui faixas dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Sergipe e Alagoas e uma parte ao norte de Minas Gerais. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2011), o referido bioma possui uma área estimada de 844.453 km². A diversidade de espécies é menor, quando comparada com outros biomas brasileiros, entretanto, estudos revelam um alto número de espécies endêmicas, caracterizadas pela rusticidade, e adaptações morfo-fisiológicas ao semiárido, conferindo seu valor na pesquisa científica. A vegetação é formada por plantas xerófilas que apresentam mecanismos para sobreviverem num ambiente com baixa umidade, pouco volume pluviométrico e temperaturas elevadas (MORAES, 2011).

Os ecossistemas do bioma Caatinga encontram-se bastante alterados, com a substituição de espécies vegetais nativas por cultivos e pastagens. O desmatamento e as queimadas são ainda práticas comuns no preparo da terra para a agropecuária que, além de destruir a cobertura vegetal, prejudica a manutenção de populações da fauna silvestre, a qualidade da água e o equilíbrio do clima e do solo. Aproximadamente 80% dos ecossistemas originais já foram antropizados (IBF, 2011).

As plantas superiores de florestas tropicais secas são consideradas por Barbosa et al. (1989), quanto a permanência ou queda foliar, em dois

grupos: no primeiro, as plantas perdem as folhas no período de menor precipitação (setembro a dezembro). No segundo grupo, as plantas permanecem com as folhas, há uma substituição simultânea de folhas velhas por novas, especialmente durante o período seco. Com relação a estas últimas, são exemplos, as do gênero *Spondias*.

O gênero *Spondias* pertence à família *Anacardiaceae*; são árvores frutíferas que crescem naturalmente no semiárido do Nordeste brasileiro. Estas espécies são exploradas extrativamente, ou em pomares domésticos e não fazem parte das estatísticas oficiais, no entanto, têm grande importância socioeconômica. A colheita dos frutos é uma atividade importante para complementar a renda familiar dos habitantes deste ecossistema (CAVALCANTE et al., 1996).

O umbuzeiro é uma planta que apresenta rusticidade e adaptação às condições climáticas do Nordeste, sendo encontrado nas regiões do Agreste (Piauí), Cariris (Paraíba), Caatinga (Pernambuco e Bahia) e também no nordeste e norte de Minas gerais (TURINI, 2010). Os frutos possuem qualidade organoléptica, são ricos em carboidratos e ácido ascórbico, consumidos *in natura*, ou processados na forma de diversos produtos (SACRAMENTO e SOUSA, 2000). A produtividade de uma planta adulta, segundo Rezende et al. (2007), chega aproximadamente a 300 kg de frutos/safra, em média de 15.000 frutos, anualmente. Constitui-se, desta forma, como uma das frutíferas de grande potencial econômico, sobretudo pelo aproveitamento de seus frutos na agroindústria.

De acordo com Lima Filho (2008), o umbuzeiro pode se desenvolver nos mais variados tipos de solo do Nordeste, principalmente naqueles

encontrados na grande formação da Depressão Sertaneja. Por ser uma cultura predominantemente extrativista, não existe ainda conhecimento dos requerimentos nutricionais de macronutrientes primários, ou seja, das doses exatas a serem utilizadas, em função das condições de solo, que possam contribuir para a melhoria de porta-enxertos, imprimindo suas características desejáveis. Segundo Pezzutti (1999) as espécies florestais, estando incluído o umbuzeiro, possuem exigências nutricionais diferenciadas, sendo necessária a busca destes requerimentos de adubação, o que possibilitaria maior sucesso na produção de mudas.

Apesar desta adaptação ao ambiente semiárido brasileiro, esta espécie silvestre encontra-se classificada como vulnerável, com forte tendência ao risco de extinção (MORALES e VALOIS, 1994). Algumas plantas da família *Anacardiaceae*, como aroeira e o umbuzeiro, já se encontram protegidas pela legislação florestal, de serem usadas como fonte de energia, a fim de evitar a sua extinção (LYRA, et al., 2009). No entanto, não bastam apenas medidas legislativas de proteção vegetal com o intuito de contornar o perigo de extinção do umbuzeiro; deve-se empreender estudos com métodos de enxertia, que tem se mostrado com maior potencial como técnica de propagação em relação ao uso de sementes, para a obtenção de pé franco, ou estacas de ramos (MENDES, 1990).

Verifica-se, ainda, que o sucesso da enxertia depende da obtenção de um porta-enxerto que tenha vigor. Plantas de umbuzeiro, provenientes de semente, apresentam-se com características promissoras, por possuírem nível de germinação desejável, além de estruturas no sistema radicular denominado túberas que conferem boa sobrevivência à planta (GONDIM et

al., 1991). Deste modo, o objetivo geral deste estudo é a busca das exigências nutricionais do umbuzeiro em macronutrientes, que contribuam para a formação de um hipóbio ou porta-enxerto capaz de conferir vigor à muda e definir o melhor método de propagar esta espécie, que se tornam os dois elos fundamentais do sucesso da enxertia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos Gerais sobre o umbuzeiro

No Brasil, são encontrados cerca de 15 gêneros e aproximadamente 68 espécies da família Anacardiaceae. O gênero *Spondias* compreende atualmente quinze espécies, sendo sete delas encontradas em nosso país e todas apresentando frutos comestíveis. De acordo com Duque, (2004) dentre estas espécies, a única nativa do semiárido brasileiro é o umbuzeiro.

Os primeiros relatos da existência do umbuzeiro foram realizados por Gabriel Soares de Souza em 1587, quando o cita no seu “Tratado Descritivo do Brasil”, enaltecendo a importância das raízes e das frutas para os índios e habitantes da região. Antes, espalhados em grandes áreas, por ser uma espécie endêmica da região semiárida brasileira, atualmente, os umbuzeiros estão limitados em plantios esparsos nas caatingas elevadas da Serra da Borborema, Serras do Seridó Norte-Rio-Grandense, na região Agreste do Piauí, nas caatingas de Pernambuco, Alagoas e Bahia e no norte de Minas Gerais (MENDES, 1990; LORENZI, 1992).

A evolução da produção vegetal de plantas não-madereiras da Caatinga, recebe o enfoque feito por Pareyn (2010), e mostra para o umbuzeiro, um declínio preocupante, pois considerando o período de 1996 a 2005, houve redução de 15% na produção de umbu (fruto). Diversas causas têm provocado não só a diminuição da coleta extrativista destas plantas, como também o desaparecimento da variabilidade genética, causando o empobrecimento do bioma caatinga, (MORALES e VALOIS, 1994). Dentre as causas apontadas estão a pecuária extensiva, que tem dificultado o

crescimento de plantas novas de umbuzeiro na região, além da formação de pastagens que concorrem para o desmatamento de grandes áreas. Citam-se ainda o emprego de técnicas inadequadas de cultivo que tem provocado a erosão e a salinização que se estima esteja afetando pelo menos 25 % de toda área. Os núcleos de desertificação formados possuem um dinamismo próprio, que tende a agravar a situação e expandir sua área de interferência, exigindo no trato agrícola cuidados especiais que não estão sendo seguidos (ROSA, 2010).

O Ministério do Meio Ambiente, em 2006, realizou em nível nacional, a atualização das áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade, contemplando o bioma Caatinga e incorporando o aspecto do uso sustentável com suas respectivas espécies e áreas prioritárias. A importância desse trabalho reside na ênfase à necessidade do uso sustentável de espécies nativas, dentro de uma estratégia de conservação, novamente contemplando espécies de ocorrência restrita e ameaçadas, bem como espécies de ampla dispersão. Dentre as espécies-alvo destacadas prioritárias para uso sustentável na Caatinga, está o umbuzeiro (PAREYN, 2010)

O aproveitamento socioeconômico e a demanda de pesquisas de espécies frutíferas nativas têm sido inibidos tanto pela forte pressão do mercado consumidor de frutas tradicionais de clima tropical e subtropical, já adaptadas, como também, pelo mercado de frutas de clima temperado, aclimatadas. Porém, a oferta de novas alternativas de frutas frescas para o consumo *in natura* e matéria-prima para as agroindústrias constituem uma valiosa fonte de alimentos e riqueza para o país (MORAES, et al., 1994; SOUZA, 2001).

Através da crescente demanda pelo fruto das *Spondias*, e dentre este gênero, o umbuzeiro, Sousa e Araújo (1999) tem mostrado o potencial agrossocioeconômico desta espécie, o que poderá gerar empregos fixos no cultivo dos pomares e nas agroindústrias de processamento. Para viabilizar esta meta, há a necessidade de vencer problemas tecnológicos que possibilitem sua exploração comercial, através da implantação de pomares de umbuzeiro, como forma de criar alternativa para fixar o homem no campo. Conforme Araújo et al. (2001), em virtude das possibilidades da utilização dos frutos no preparo de sucos, doces e sorvetes, além da extração de goma, tem despertado o interesse de pesquisadores e produtores.

Um dos fatores responsáveis pela redução da área colhida e do emprego frutícola total na Paraíba, conforme Souza e Cavalcanti (2006), é o atraso tecnológico evidenciado pelo uso limitado de sistemas de irrigação. Com isso, os períodos de seca reduzem significativamente o número de empregos gerados pela fruticultura paraibana. Deste modo, o umbuzeiro apresenta-se como uma frutífera alternativa para exploração sob condições de sequeiro. No período de julho a dezembro, quando as chuvas que caem no semiárido do Nordeste brasileiro não são suficientes para o cultivo das culturas tradicionais, é quando ocorre o ciclo reprodutivo do umbuzeiro.

No final da segunda quinzena de agosto começa a emitir o primórdio floral e, em seguida, ocorrem a floração e frutificação, até a segunda quinzena de setembro e outubro (CAVALCANTI et al., 2000). Essa estratégia só é possível nas plantas que apresentam caules ou raízes com reserva de água, sugerindo ritmos de crescimento independente da disponibilidade de água no solo. De posse dessas adaptações, as plantas

podem suportar desidratação, para um rápido retorno às atividades fenológicas com o reinício da disponibilidade de água (MENEZES e SAMPAIO, 2000).

O umbuzeiro é uma árvore que vegeta bem em solos não úmidos, profundos, bem drenados, que podem variar de arenosos a argilosos. Classifica-se como uma árvore de pequeno porte (4 a 6 m), com copa umbeliforme (diâmetro de 10 a 15 m), e chega a apresentar longevidade, vivendo por mais de 100 anos (NEVES, 2010).

A estrutura do sistema radicular do umbuzeiro permite a adaptação dessa espécie ao estresse hídrico, provocado pelo clima sertanejo; estruturas radiculares, denominadas xilopódios, são compostas de intumescências redondas e escuras, providas de tecido lacunoso, celulósico e cheio de água (GOMES, 1980). A planta perde as folhas após o período das chuvas, entrando no estado de dormência, encontrando no xilopódio, que armazena água e nutrientes, grande papel na sobrevivência da planta. Estudo sobre o balanço hídrico do umbuzeiro mostra, que sob condições de sequeiro, a planta utiliza a água armazenada nas túberas e baixa a transpiração; durante a estação chuvosa, o ajuste hídrico será mediado por um ajuste osmótico (LIMA FILHO, 2001).

Segundo Lima (1994), a razão entre a matéria da parte radicular e da parte aérea, depende do déficit hídrico a que planta está submetida; em aroeira (*Myracrodruon urundeuva* a razão maior no alongamento da parte radicular em relação à parte aérea apresentado foi até os 60 dias de experimento no tratamento com maior déficit hídrico (25% cc), e é considerado caráter adaptativo, comum às plantas submetidas a ambientes

sujeitos a períodos de estiagem prolongados. Vale acrescentar que nos regimes hídricos de 50 e 75% cc, essa razão se manteve de 1:1 durante a realização do experimento.

Esta proporção mostra um padrão de utilização dos assimilados semelhante ao descrito por Larcher (2000) para o tipo de plantas que fazem “armazenamento para a segurança”: o tipo conservativo, que está mais apto a sobreviver em condições desfavoráveis (deficiência mineral ou hídrica). Nestas, durante o crescimento, os assimilados são empregados para a formação de todo o corpo vegetal, sendo que a porção do tecido fotossintetizante em relação à massa total da planta é de pelo menos 50%. Após este período inicial é que o excedente de assimilados é conduzido para o caule e, principalmente, para a parte subterrânea da planta, a qual é capaz de armazenar grandes quantidades desses assimilados em seus órgãos.

Neves et al. (2008), descreve a relação percentual do sistema radicular (60,3%) em detrimento da parte aérea (39,7%), indicando adaptação natural do umbuzeiro a ambientes de estresse hídrico e de baixa disponibilidade de P. Como o umbuzeiro é uma planta adaptada a ambientes de estresse hídrico, este fenômeno pode indicar que existe um mecanismo diferenciado para a absorção de solutos e água por parte da raiz, ou seja, quando o solo está com uma quantidade desejável de P, a raiz tende a absorver solutos; quando aumentamos as doses de P, a raiz tenta absorver água. Outra explicação é dada por Marschner et al. (1996), através da partição de fotoassimilados entre raízes e parte aérea, e tem sido explorada como indicadora do status nutricional das plantas em relação ao suprimento de P, onde, em geral, à medida que se aumenta a disponibilidade do nutriente

no substrato, tem-se um menor crescimento radicular em razão de passar-se a ter a incorporação preferencial dos produtos da fotossíntese nos órgãos aéreos. Dessa forma, o crescimento radicular é favorecido em solos sob condições de deficiência de nutrientes, notadamente de N e P. O incremento relativo no órgão de absorção é uma estratégia para extrair o máximo do nutriente presente no solo (CLARKSON, 1985 apud. RESENDE,1999).

2.2 Nutrição mineral: Nitrogênio

Uma nutrição nitrogenada adequada contribui para o incremento dos seus teores foliares e de outros elementos, especialmente P, aumentando em consequência, o crescimento e a produção (BOVI et al., 2002).

O menor crescimento de plantas pela omissão de N pode ser justificado pela maior necessidade de absorção desse macronutriente, devido à maior taxa de crescimento. Gonçalves et al (1992) encontraram maiores eficiências de absorção e de utilização de N em espécies florestais pioneiras, que são de rápido crescimento.

A influência do estado nutricional da planta sobre a fotossíntese e a respiração acontecem porque os elementos minerais são componentes integrantes de enzimas e pigmentos ou, ainda ativadores diretos do processo fotossintético. Este fato traz consequência direta e indireta no metabolismo do carbono devido a sua influência no crescimento e na morfogênese. Sob deficiência de N desenvolvem-se pequenas folhas com o movimento estomático prejudicado. Por outro lado, uma oferta excessiva de N causa aumento na respiração e, portanto, um menor rendimento fotossintético. O nitrogênio, componente essencial das proteínas e clorofilas, é necessário para

a formação dos tilacóides e enzimas. Há uma estreita correlação entre o conteúdo de N na folha, a quantidade de clorofila e de RuBB carboxilase (LARCHER, 2000).

O N participa na construção de proteínas essenciais no crescimento vegetal. A carência de N implica inibição da síntese protéica, afetando o processo de divisão celular (MOORBY e BESFORD, 1983 apud BERNARDI et al., 2000).

Em formas combinadas inorgânicas, o N ocorre nos solos como óxidos nitroso e nítrico, na forma de gases; como íons, disponíveis às plantas, na forma nítrica e amoniacal, sobretudo a primeira. A maior parte do N do solo (>95%) se encontra em combinações orgânicas, não aproveitáveis pelos vegetais, ficando dependente, para ficar disponível, do processo de mineralização, o que é efetuado por microorganismos. O N mineral pode passar a orgânico (imobilização) ou transformar-se de orgânico a N-nitrato pelo processo de mineralização. Acredita-se que a última etapa de nitrito a nitrato é rápida, de modo a não possibilitar acúmulo de nitrito, pois este é tóxico às plantas. Embora o nitrato seja muito solúvel e não seja apreciavelmente retido pelo solo, há evidências de que ele pode se acumular em solos alcalinos. (MELLO et al., 1983).

No Brasil, a uréia e o sulfato de amônio representam respectivamente 50% e 25% do mercado e constituem-se as principais fontes de N. A uréia quando aplicada ao solo, cerca de 33 % é efetivamente utilizada pelas plantas. Este adubo sofre inicialmente a hidrólise produzindo amônia e gás carbônico. Os processos de hidrólise e nitrificação da uréia são em grande parte concluídos em cerca de 15 a 20 dias, sob as condições

climáticas mais propícias. Essa reação inicial da uréia apresenta importantes aspectos, entre os quais a elevação do pH do solo, para a faixa de 8 a 9, nas imediações do grânulo desse fertilizante (SILVA e VALE, 2000).

Segundo Melo (1987), a taxa de nitrificação em solos ácidos é reduzida, mas, no caso específico da uréia, ela poderá ser alta, pela elevação do pH em consequência da hidrólise desse fertilizante. Como a nitrificação normalmente ocorre em poucos dias e o nitrato não é adsorvido por complexos de superfície, a lixiviação é o fenômeno mais preocupante que ocorre com o N em solos com carga líquida negativa, pois implica grandes perdas do nutriente (WANG & ALVA, 1996).

A taxa de fornecimento de material nutritivo para a planta no solo depende da concentração de minerais disponíveis na rizosfera, da taxa específica de difusão de cada íon e da taxa de transporte em massa (fluxo de massa). Por exemplo, com frequência, o nitrato alcança a superfície da raiz rapidamente (LARCHER, 2000).

A adubação nitrogenada leva em conta o fornecimento pelo solo; a exigência da cultura que é proporcional à colheita potencial esperada, o período ou períodos de maior necessidade; o processo de contato entre o elemento e a raiz; as características do adubo nitrogenado e suas transformações no solo (MALAVOLTA, 2006).

Para atingir a produção máxima de uma cultura são necessárias aplicações de doses de fertilizantes que, às vezes, não são econômicas. Frequentemente consideram-se doses que proporcionam de 80% a 90% do rendimento máximo, as quais se aproximam do rendimento máximo econômico (FAQUIN et al., 1995).

O efeito do pH é muito restrito sobre o crescimento, mas muito eficaz quando inibe a disponibilidade de íons. A maior rapidez de absorção, pelo efeito do pH da solução, encontrada para o K^+ foi em pH 3,0 quando a aplicação foi efetuada na forma de fosfatos ou citratos; para a uréia a maior intensidade de absorção ocorre em pH 5 e 8 e a menor entre 6 e 9. O efeito do pH da solução, sobre a absorção de sulfato, é muito pequeno e quanto ao seu efeito sobre a absorção de Calcio (Ca^{+2}), quase nada se conhece (CASTRO et al., 2005)

Os adubos possuem efeito fisiologicamente ácido ou alcalino, dependendo do resíduo não absorvido, deixado no solo. Nos adubos convencionais, geralmente somente uma parte é absorvida, permanecendo a outra no solo. Teremos de dar maior atenção à manutenção do pH adequado, à reposição da matéria orgânica e ao equilíbrio dos demais nutrientes adicionados, como Ca, Mg e todos os micronutrientes (PRIMAVESI, 2009).

A adição de sulfato de amônio, ao solo, causa perda do Ca^+ trocável presente; para cada 100 kg do adubo, em geral, 45 kg de Ca são removidos na água de drenagem. Isso se dá porque o SO_4^{-2} não absorvido pela planta é lavado como sulfato de cálcio; além disso, parte do nitrato que se forma por nitrificação é também lavado com $Ca(NO_3)_2$ (RUSSEL, 1976 apud MALAVOLTA, 1981).

A deficiência de N nas plantas de umbuzeiro ocasiona às folhas mais velhas, perda gradual da tonalidade verde-escuro, passando para verde-pálido, com posterior amarelecimento, distribuído de maneira uniforme. Com a intensificação da deficiência toda a planta se torna amarelecida,

apresenta um crescimento reduzido, as folhas perdem o brilho e ocorre queda prematura das mesmas (CARVALHO e NEVES, 2004).

2.3 Nutrição Mineral: Potássio e outros elementos

Os íons K^+ estão envolvidos em processo de transporte (nos cloroplastos o K também participa do movimento das células-guardas. Este elemento apresenta menor valor de coeficiente de difusão e se movimenta de maneira mais lenta no solo. A eficiência de absorção de nutrientes pela raiz e a preferência por determinado bioelemento são características determinadas geneticamente. Paralelamente, a afinidade específica de um mecanismo de transporte iônico ou de ligação a um determinado íon, a taxa de absorção depende também da capacidade de ajuste de raiz em função da quantidade de íon disponível (LARCHER, 2000).

A deficiência de K em umbuzeiro caracteriza-se, inicialmente, por uma clorose nas folhas mais novas (rede verde fina das nervuras sobre fundo amarelado); esse sintoma também é descrito para a deficiência de Fe. Posteriormente, com o agravamento da deficiência, é observada uma pequena necrose marginal das pontas das folhas, iniciando-se pelas folhas mais velhas (CARVALHO et al, 2004; CARVALHO e NEVES, 2004). Segundo Carvalho e Neves (2004) plantas de umbuzeiro que não são supridas adequadamente com K acumulam Fe no caule, induzindo a deficiência desse último.

Trabalhando com a metodologia do elemento faltante, Silva et al. (2005) comprovaram que as omissões de N, seguido de P e Ca foram as que

mais limitaram o crescimento em altura e diâmetro, além da massa seca da parte aérea (MSPA) das plantas de umbuzeiro. A produção de MSPA é uma característica importante para ser avaliada por ser reflexo do crescimento das mudas de umbuzeiro em altura e diâmetro. De acordo com o mesmo autor, o enxofre tem um poder de limitar o desenvolvimento de umbuzeiro, maior que o potássio.

A maior produção de massa seca do xilopódio (MSX) no tratamento completo comportou-se semelhante à produção de massa seca da parte aérea e massa seca da raiz. Dessa forma, explica-se a maior exigência de nutrientes na fase de crescimento para a formação do xilopódio para proporcionar melhor condição para resistir ao período seco. As maiores concentrações de potássio na MSPA foram encontradas no tratamento com omissão de cálcio. Segundo Raij (1991), solos com maiores teores de cálcio e com CTC mais elevada podem afetar a disponibilidade de potássio.

2.4 Nutrição Mineral: Fósforo

A adubação é uma prática extremamente importante para qualquer frutífera explorada comercialmente. Com uma adubação adequada e bem equilibrada, o produtor se beneficiará da qualidade dos frutos obtidos, do estado fitossanitário e do vigor das plantas, bem como da produtividade de seu pomar (ABREU et al. 2005). Porém, a aplicação de fertilizantes, pode não evidenciar os benefícios esperados, pois a maior parte do P adicionado é adsorvida em colóides do solo, tornando-se com o tempo não disponível, dada a formação de compostos de baixa solubilidade, sem propiciar uma esperada contribuição para a produção vegetal.

Parece não existir problema em grandes aplicações de fósforo ao solo, pois como afirma Troeh e Thompson (2007), podem até ser úteis mesmo em solos que fixam o fósforo. Uma grande aplicação pode saturar (ou “extinguir”) a capacidade de fixação, mas a quantidade requerida é geralmente demasiada grande para ser econômica. As necessidades do fertilizante fosfatado em solos com capacidades extintas de fixação são, depois disso, comparáveis aos solos que não fixam muito fósforo.

O ortofosfato é incorporado em compostos ricos em energia como o ATP, triosefosfato, pentosefosfato e hexosefosfato. A oferta de fósforo inorgânico regula o ciclo de Calvin e o transporte de metabólitos e de compostos assimilados. A deficiência de fosfato resulta em uma acumulação de assimilado (sacarose e amido) no cloroplasto, deprimindo a fotossíntese até mesmo sob condições favoráveis. (LARCHER, 2000).

O fósforo é essencial para o crescimento normal das plantas e está entre os nutrientes com maior demanda. O P requerido para o ótimo crescimento das plantas varia conforme a espécie ou órgão analisado variando de 0,1 a 0,5% da matéria seca (VICHATO, 1996).

Uma baixa disponibilidade de P pode ser responsável pelo inadequado desenvolvimento das raízes das plantas. As maiores reduções no sistema radicular do umbuzeiro, foram pelas omissões de N, P e Ca, semelhante ao que aconteceu para a massa seca da parte aérea (SILVA et al., 2005).

A utilização da técnica do elemento faltante em espécie florestal, realizada por Mendonça et al. (1999), comprovou que P e Ca foram limitantes para a aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All). Altos

níveis de fósforo em solos neutros ou alcalinos podem igualmente reduzir a disponibilidade de ferro e contribuir para a deficiência deste elemento (BROWN e JONES, 1975 apud TROEH e THOMPSON, 2007).

Experimento, usando diferentes substratos, realizado por Cavalcanti et al. (2002) com mudas de umbuzeiro, constatou que as maiores alturas foram obtidas com esterco de bovino e terra e aplicação de 273 mg. dm^{-3} de fósforo. Por sua vez, Melo (1999), estudando doses de N e P em mudas de aceroleira, encontrou respostas significativas à adubação fosfatada para o diâmetro do caule, que é uma característica que determina o ponto de enxertia.

O fósforo desempenha importante papel na respiração vegetal e no armazenamento, transporte e utilização de energia no processo fotossintético, agindo também na síntese das proteínas e no metabolismo de enzimas, sendo um elemento essencial para o metabolismo das plantas, principalmente na fase reprodutiva (RAIJ, 1991).

A baixa disponibilidade de P nos solos tropicais é uma das causas que mais limitam o crescimento e a produção das culturas, tornando necessário o fornecimento desse nutriente via adubação (RAIJ, 1991; FERNANDES et. al., 2000).

No umbuzeiro deficiente em P, as folhas mais velhas apresentam coloração amarelada nas bordas. Ainda, há alteração na arquitetura das plantas, ou seja, o ângulo dos ramos plagiotrópicos fica mais fechado em relação ao ramo ortotrópico, no sentido da base para o ápice. As raízes crescem mais, sendo esse um mecanismo do umbuzeiro para sobreviver e

produzir em solos pobres em P, como naqueles em que sua ocorrência é natural (CARVALHO et al., 2004; CARVALHO e NEVES, 2004).

A determinação dos requerimentos nutricionais e a diagnose nutricional das plantas são baseadas na expectativa de que haja estreita correlação entre a disponibilidade do nutriente no solo, o teor do elemento na folha e a produção (MALAVOLTA et al., 1997). Os valores de níveis críticos na parte aérea das plantas, mais propriamente nas folhas, são amplamente utilizados como padrões na interpretação dos resultados de análises foliares.

2.5 Potencial de hidrogênio (pH) e Disponibilidade de Nutrientes

Aplicações de calcário na superfície de solos brasileiros têm indicado aumentos de pH e dos teores de Ca e Mg trocáveis e redução do Al trocável até camadas de 20-40 cm. No sistema de plantio direto, onde geralmente a aplicação de calcário é feita na superfície do solo, a ação efetiva do calcário ocorre na camada de 0-10 cm (AMARAL et al., 2004). Porém, estudo em solo australiano, Conyers et al., (2003) verificaram que aplicação de calcário levou de 2 a 4 anos para alcançar a profundidade de 10 cm e não foi eficiente em aumentar o pH. Isso mostra que o movimento de alcalinidade parece ser dependente da dose, do tipo de calcário, dos teores de argila, matéria orgânica, além da porosidade e do regime hídrico de cada região (ALLEONI et al., 2005).

A ação do calcário na neutralização da acidez de subsolo é dificultada pelo aumento da retenção de cátions que ocorre com a geração de

cargas elétricas variáveis e negativas com elevação do pH do solo. Os teores de matéria orgânica, segundo Alleoni et al. (2003), diminuíram com as doses de calcário aplicados; tal fato pode ser atribuído à maior atividade microbiana e, assim, a maior mineralização nas parcelas com maior pH. Ao se elevar o pH do solo, a calagem reduz a disponibilidade de micronutrientes catiônicos, tais como Zn e Mn (SANDERS, 1983).

A elevação do pH a valores superiores a 5,5 faz com que as formas trocáveis e polímeros parcialmente hidrolizados de Al transformem-se em $\text{Al}(\text{OH})_3$, o qual não afeta o desenvolvimento das plantas e, por estar na forma neutra e insolúvel, tem sua atividade drasticamente diminuída. Também com o aumento do pH há criação de cargas negativas, o que contribui para a CTC e, conseqüentemente, para a saturação por bases. Quando somente um desses critérios for atendido, a calagem só não é indicada se a saturação por Al for menor que 10 % e se o teor de fósforo for classificado como “muito alto”, caso se verifique que estas concentrações de Al não são consideradas limitantes ao desenvolvimento da planta (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DE SOLO, 2004) ou que os teores altos de P tenham um efeito semelhante ao calcário, e venham a complexar o Al, diminuindo o prejuízo às plantas.

Um dos fatores de grande importância no solo, são os ácidos orgânicos, capazes de interagir com a fase sólida e ocupar os sítios de adsorção de nutrientes. O carbono orgânico solúvel do solo, é composto de 2 a 10% de ácidos orgânicos, sendo os mais comuns o acetato, lactato, oxalato, malato e citrato (GUPPY et al., 2005). Grande parte dos ácidos orgânicos

tem caráter aniônico e sua eficiência em aumentar a disponibilidade de nutrientes no solo depende do tipo de ânion orgânico e da sua persistência no solo, pois muitos desses ácidos são degradados em poucos dias após a liberação dos resíduos vegetais (KIRK et al., 2000). Há a dependência também do pH, já que em pH superior a 3,5 (valor de PCZ) predominam cargas negativas nesses grupos, ocasionando a competição entre os ácidos orgânicos e os nutrientes aniônicos pelos sítios de adsorção, mantendo os nutrientes em formas mais disponíveis em solução.

As reações de troca de ligantes entre ânions orgânicos e os grupos OH⁻ terminais dos óxidos de Fe e Al têm sido propostas como causas da elevação do valor de pH do solo após a adição dos resíduos (FRANCHINI et al., 1999). Normalmente o Ca e o Mg aumentam em solução por ocasião da adição de resíduos vegetais em solos com pH menor que 6,0.

2.6 Nutrição em espécies Selvagens versus Domesticadas

A disponibilidade de nutrientes, especialmente de N e P, geralmente limita o crescimento de plantas em habitats naturais. Para sobreviver sob tais condições, plantas selvagens devem ter a habilidade de acessar nutrientes presentes em níveis relativamente baixos. Plantas cultivadas, em comparação, têm sido melhoradas para alta produtividade sob condições nutricionais relativamente excessivas. Poderia-se pensar que as primeiras deveriam ter maiores afinidades, ou seja, resposta quase linear, quando a concentração do soluto está muito baixa, enquanto suas parentes domesticadas teriam maiores capacidades, sendo a taxa máxima de absorção,

alcançada em altas concentrações do soluto, de acordo com a equação de Michaelis-Menten. Na verdade, uma comparação entre estes tipos de plantas, não demonstrou maiores diferenças nas afinidades ou nas capacidades de aquisição de formas de íons de nitrogênio pelas raízes (EPSTEIN e BLOOM, 2006). Isto significa que o umbuzeiro é semelhante a uma planta cultivada em suas afinidades e capacidades para responder a uma adubação.

2.7 Aspectos envolvidos na propagação do umbuzeiro

2.7.1 Propagação de frutíferas

Propagação de plantas é a multiplicação controlada pelos métodos sexuais e assexuais para aumentar o número de indivíduos e preservar as características desejáveis. A propagação por sementes (sexual), apesar de aumentar a variação das progênes resultantes (importante para o melhoramento e sobrevivência das espécies), é a mais eficiente e utilizada nas espécies cultivadas como cereais, olerícolas e florestais (HARTMANN et al., 1990). A propagação vegetativa (assexual) tem sido usada em fruteiras perenes, especialmente naquelas de polinização cruzada, por transmitir o patrimônio genético, aumentar a precocidade e a uniformidade fenotípica dos pomares.

As árvores frutíferas, em geral, propagam-se tanto por via sexual, gâmica, ou seminípara, como por via vegetativa, assexuada, ou agâmica. Para diferenciar esses dois modos de propagação, dá-se o nome de

reprodução à propagação sexuada e o de multiplicação ao processo de propagação vegetativa (SIMÃO, 1998).

2.7.2 Propagação sexuada ou seminífera

É realizada a partir de embriões zigóticos presentes nas sementes, e praticamente todos os descendentes deste tipo de propagação são geneticamente diferentes da planta matriz e entre si sendo, portanto, muito importante do ponto de vista da evolução das espécies e também para trabalhos de melhoramento genético de plantas. Este processo é considerado como sendo reprodutivo (HARTMANN et al., 1990).

O uso da expressão “propagação sexuada”, segundo Dias e Calixto (2001), só é correto quando existe a certeza de que o embrião utilizado é gamético, pois em algumas frutíferas ocorre o fenômeno da poliembriõnia, onde são encontrados dois ou mais embriões, em cada semente, sendo apenas um gamético e os demais apomíticos. Para estes casos, o termo “propagação seminífera” é o mais apropriado por se referir tanto ao embrião zigótico quanto ao apomítico.

Entretanto, na fruticultura a propagação sexuada somente se justifica para a propagação de algumas espécies, como mamoeiro, maracujazeiro, onde se utiliza a produção das mudas através do processo sexuado (semente), ou, como a mangueira que ocorre a formação do porta-enxerto onde este, posteriormente, receberá um enxerto (garfo ou borbulha) que dará origem a copa da planta. Algumas seleções de cirigueleira não produzem grãos de pólen férteis e nem sementes viáveis (CAMPBELL E SAULS, 1991). A umbu-cajazeira tem cerca de 90% dos endocarpos desprovidos de

sementes, conforme Souza et al.(1997), tornando praticamente inviável a propagação seminífera. A cajá possui de zero a 5 sementes por endocarpo, com 40% dos endocarpos possuindo mais de uma semente. O umbuzeiro possui apenas uma semente por endocarpo.

A propagação do umbuzeiro ocorre naturalmente por sementes, que são dispersas após o consumo *in natura* do fruto pela população e principalmente por animais. A obtenção das sementes para o plantio é realizada de forma direta, quando se inicia a queda espontânea do fruto, onde posteriormente se deve despolar, lavar e deixar secar à sombra (MAIA, 2004).

No umbuzeiro, a utilização de sementes é feita com o objetivo de produção de porta-enxertos, pela facilidade de formar o xilopódio ou túberas, cuja função principal é o armazenamento de água, minerais e outros solutos (ARAÚJO, 1999). Sob condições semi-áridas, Nascimento et. al., (1993), verificaram aos 24 meses após o transplante, que mudas de umbuzeiro propagadas por sementes apresentaram um índice de sobrevivência na ordem de 100%, enquanto que aquelas propagadas por estaquia atingiram 6%.

A sua germinação é do tipo epígea, no qual os cotilédones ficam acima do substrato. Porém, as sementes germinam de forma lenta e desuniforme, constituindo-se em problema para a produção comercial de mudas.

Em ensaio com sementes de umbuzeiro, Andrade (1998) verificou que a primeira semente germinou aos 24 dias após a semeadura e a maior germinação foi de 56,6% no substrato composto de Podzólico Vermelho-

Amarelo eutrófico + 16,4 de esterco de bovino curtido, aos 140 dias após o semeio. Todas as plantas formaram túberas na raiz principal.

Na cajazeira e no umbuzeiro, a lenta, a errática e a baixa germinação das sementes é o principal problema da propagação sexual. A semeadura deve ser efetuada a uma profundidade de 3 cm, colocando-se o endocarpo na posição vertical com a parte proximal voltada para baixo (SOUZA, 2008).

Em geral, a germinação de umbuzeiro levam entre 12 e 90 dias para iniciar este processo fisiológico após o semeio, tendo seu ápice aos 40 dias. O índice de germinação varia entre 30 a 40 % (SILVA e SILVA, 1976; NEVES e CARVALHO, 2005). Este fato é atribuído à composição anatômica desta semente, composta por três camadas densas e fibrosas, sem perfuração em sua estrutura, dificultando assim, a disponibilidade de água para o embrião e conseqüentemente o processo de germinação, sendo este quadro, denominado de dormência (CAMPOS, 1986).

A dormência incide em aproximadamente dois terços das espécies arbóreas e é caracterizada por Ferreira e Borghetti (2004) pelo retardo ou declínio da germinação, mesmo que as sementes se encontrem em condições adequadas (umidade, temperatura, luz e oxigênio) para o desenvolvimento de novas plântulas. Ela pode ser de dois tipos: primária, que já ocorre quando a semente completa o seu desenvolvimento, ou secundária, que se manifestam quando as sementes maduras que germinam normalmente (sem dormência) ficam expostas a fatores ambientais desfavoráveis.

2.7.3 Propagação assexuada

A propagação vegetativa deve ser usada na maioria das fruteiras perenes, especialmente naquelas de polinização cruzada. Isto, em razão da propagação assexuada transmitir todo o patrimônio genético da planta que forneceu o propágulo para a formação da muda, reduzir a juvenilidade e o porte das plantas, aumentarem a precocidade e a uniformidade fenotípica dos pomares (SOUZA et al., 2008).

A propagação assexuada é aquela que envolve a reprodução de partes vegetativas das plantas e isso é possível devido ao fato dos vários órgãos vegetativos das plantas terem capacidade de regeneração (HARTMANN et al., 1990). Simão (1998) cita que este tipo de propagação se divide em duas partes: a propagação vegetativa natural que se baseia em estruturas especializadas que a planta produz naturalmente como bulbos, rizomas, raízes, tubérculos, estolhos, etc., e a propagação vegetativa artificial que utiliza estruturas comuns, como raízes, ramos, flores e embriões apomíticos. A propagação vegetativa artificial é feita com a utilização de métodos como estaquia, enxertia, mergulhia e cultura de tecidos.

Esse tipo de propagação, como enfatizam Lederman et al. (1991), é aplicado nas culturas quando se necessita propagar em grande quantidade clones com características produtivas de interesse, como também, para a manutenção do patrimônio genético em pomares comerciais e centro de pesquisas, pois a multiplicação sexuada traz a desvantagem de desuniformidade do pomar, porte alto das plantas e entrada tardia em produção.

O processo de multiplicação vegetativa denominado, enxertia, é aquele que justapõe um ramo, ou segmento de ramo com uma ou mais gemas sobre outro material, de modo que através da regeneração dos tecidos, estes venham a constituir uma única e nova planta. Estas duas partes são conhecidas como enxerto e porta-enxerto. Nos casos em que existe a necessidade de intercalar uma planta, devido a algum tipo de diferença entre enxerto e porta-enxerto, esta funcionará como filtro ou região de equilíbrio, e receberá o nome de interenxerto (SIMÃO, 1998; DIAS e CALIXTO, 2001).

Neste processo de formação de uma nova planta, existe uma associação entre duas ou mais plantas, que quando apresentam harmonia, vivem em perfeita simbiose e guardam entre si relativa independência. Este processo de propagação vegetativa apresenta basicamente três tipos, de acordo com os procedimentos adotados: a encostia, a borbulhia e a garfagem. (FACHINELLO et al., 1994).

A encostia consiste na união de duas plantas, que continuam sob seus respectivos sistemas radiculares, até que ocorra a soldadura entre as partes vegetativas, que irá possibilitar a separação do enxerto do seu sistema radicular. Outro método, segundo Simão (1998), é a borbulhia, onde ocorre a justaposição de apenas uma gema, no local em que é retirada a casca do porta-enxerto enraizado. A planta reproduzida é exatamente como aquela que originou a borbulhia, sem mudanças genéticas. A garfagem é uma técnica que consiste em unir duas partes de plantas diferentes de tal modo que desta junção e ulterior desenvolvimento, obtenha-se uma nova planta. Uma das partes é um ramo destacado (garfo) de uma planta que se pretende propagar;

esta porção recebe o nome de enxerto, cavaleiro ou epíbio. É enxertado sobre outro vegetal denominado porta-enxerto, cavalo ou hipóbio .

A propagação vegetativa de *Spondias* por estaquia, ainda apresenta fortes limitações e não se dispõe de tecnologia para a produção comercial de mudas. São tradicionalmente propagados pelo método vegetativo, através de estacas grandes (estacões) plantadas diretamente no campo, as quais demoram a enraizar e a formar a copa da nova planta. As estacas, na maioria das vezes, emitem brotações, mais não enraízam. Façanha (1997), em um ensaio de enraizamento de estacas de caule de umbu-cajazeira com fitohormônio, constatou enraizamento de 22,5% e o número de raízes emitidas foi de apenas uma raiz por estaca. A provável causa do alto insucesso da propagação deste gênero encontra-se na época da coleta dos propágulos, que deve ser efetuada na fase fenológica de repouso da planta (SOUSA et al.2008). A época de coleta das estacas, segundo Galvão (1985), é de maio a agosto, coincide com o período que antecede o florescimento e a fase inicial da frutificação, pois é quando a planta está na fase final de consumo das reservas armazenadas, podendo este período variar de região para região.

Nas plantas lenhosas, à medida que o diâmetro do tronco aumenta, maior é o estado de lignificação do lenho, e maior é a dificuldade de cicatrização e união entre enxerto e porta-enxerto (FRAZON et al., 2008). No entanto, Leite (2011), em ensaio com enxertia de atemoieira, verificou este fato como explicação para a menor percentagem de pegamento no método da garfagem lateral, porém o método “inglesa complicada” (que

apresenta maior área de contato entre enxerto e porta-enxerto), alcançou resultados satisfatórios.

No caso do umbuzeiro, por se tratar de uma espécie arbórea e de longo período juvenil, mudas de pé franco apresentam o início de frutificação após dez anos de idade, enquanto plantas obtidas por propagação vegetativa floresceram por volta do quarto ano de idade (MENDES, 1990). Nascimento et al. (1993) demonstraram esse fato ao estudar os tipos de enxertia para a propagação do umbuzeiro, observando 100 % de pegamento e com o período de idade reprodutiva (floração/frutificação) de 4,5 anos de idade.

O processo de multiplicação recomendado para o umbuzeiro, são garfagens em fenda cheia e à inglesa simples, podendo ser realizado em qualquer época do ano (ARAÚJO, 1999). Sousa et al.(2008) afirmam que os métodos de enxertia por garfagem em fenda cheia e fenda lateral foram os que mais se destacaram com percentagem de pegamento dos enxertos, superior a 80%, rápido desenvolvimento das mudas e com quase todas elas aptas para o plantio a campo, aos 50 dias depois da realização das enxertias.

Em Pacajus-CE, clones de cajazeira enxertados sobre umbuzeiro também apresentaram altas taxas de crescimento, com troncos monopodiais (haste única) e tendência a formar copas altas, sendo que algumas plantas produziram apenas no primeiro ano de cultivo (SOUZA e BLEICHER, 2002).

2.8 Utilização de substratos na propagação de frutíferas

Na propagação por sementes, o substrato tem a finalidade de proporcionar condições adequadas à germinação e/ou de desenvolvimento inicial da muda. Conforme a técnica de propagação adotada, pode-se dispor de um mesmo material durante todo o período de formação da muda, bem como utilizar materiais diferentes em cada fase (até a germinação, da germinação até a repicagem e da repicagem até ao enviveiramento). É a técnica de propagação que indicará qual o substrato mais indicado para cada situação (RAMOS et al., 2002).

O substrato ideal deve ser de baixa densidade, rico em nutrientes, ter composição química e física uniforme, elevada capacidade de troca iônica, boa capacidade de retenção de umidade, aeração e drenagem, boa coesão entre as partículas e aderência às raízes e ser preferencialmente estéril (MELO, 1989). Como observa Schmitz et al., (2002), a porosidade, água disponível, pH, salinidade e teor de matéria orgânica são também importantes fatores na qualidade de substratos.

A sustentação das plantas, tanto do ponto de vista físico como químico é uma das principais funções do substrato. Em ensaio com eucalipto, Gomes e Couto (1986), verificaram quanto às propriedades físicas, que o substrato deverá ser de preferência argilo-arenoso, afim de que, retirada a embalagem, no momento do plantio, o bloco com a muda não se desintegre facilmente, o que pode favorecer perdas de mudas no campo. O substrato bem drenado deve apresentar cerca de 10% de argila e 15% de silte, constituindo o percentual restante em areia.

Resíduos da agroindústria disponíveis regionalmente podem ser utilizados como componentes para substratos propiciando a redução de custos, e auxiliando na minimização da poluição decorrente do acúmulo desses materiais no meio ambiente (FERMINO, 1996). Nesse sentido, a casca de arroz carbonizada tem sido utilizada no Brasil como componente da mistura para composição de substratos, o que induz a uma baixa retenção de umidade, favorecendo o ambiente às raízes; proporciona também, maior aeração, por resistir à decomposição, mantendo a estabilidade de estrutura e garantindo o seu êxito em sistemas de nebulização, sem risco de falta de oxigênio às raízes (BELLÉ, 1990).

Hartmann et al. (1990) apresenta a vermiculita como uma mica (silicato hidratado de magnésio, alumínio e ferro) que se expande acentuadamente quando aquecida. Apresenta reação neutra e boa propriedade tampão. É insolúvel e capaz de absorver grandes quantidades de água.

A terra tem sido muitas vezes usada como base de substrato, pois possui as propriedades e a plasticidade dadas pela fração argila, a qual, junto com a matéria orgânica, proporciona a fração dinâmica do solo, por apresentar alta capacidade de absorção de água, gases e sais minerais, cedendo às plantas parte da água e dos nutrientes (MONIZ, 1972).

A areia quartzosa tem sido um substrato amplamente utilizado em pesquisas no período de emergência de sementes com umbuzeiro (ARAÚJO et al., 2000; COSTA et al., 2001; BRITO NETO et al., 2009). A areia em qualquer granulometria, é um importante condicionador, do qual vão depender a aeração e a permeabilidade do solo (TIBAU, 1983).

2.8.1 Propriedades químicas e físicas dos substratos

Para que um bom substrato possa ter sua utilização melhorada, é preciso observar a capacidade química, a condição biológica, acidez, alcalinidade e as propriedades físicas, sendo que estas últimas devem substituir características do solo como a textura, estrutura, porosidade e permeabilidade do perfil de um solo (BERTONI E LOMBARDI NETO, 1985; MINAMI, 2000).

Algumas propriedades físicas de um substrato, segundo Ansorena Miner (1994), são: a granulometria, a coloração, retenção de água e aeração, e que geralmente recebem maior atenção porque uma vez selecionada a mistura como meio de cultivo, sua estrutura física não poderá ser modificada, visto que somente características químicas podem ser alteradas mediante irrigação e adubações.

Segundo o mesmo autor, dentre os diversos fatores que caracterizam as propriedades físicas de um substrato, atenção particular deve ser dada a granulometria ou tamanho das partículas, e a porosidade, que poderá ser dividida em sua fase líquida como a capacidade de retenção de água e sua fase gasosa como a aeração do substrato.

2.8.2 Adubação do substrato

Comercialmente, são encontrados no mercado, tanto substratos não adubados, como os adubados. Apesar de uma das principais características dos substratos seja prover as plantas de nutrientes, nem sempre estes

possuem qualquer tipo de aditivo nutricional, sendo necessário complementar com adubos comerciais (MINAMI, 2000).

A vermiculita contém suficiente magnésio e potássio para suprir a maioria das necessidades das plantas e apresenta uma alta capacidade de troca de cátions, podendo reter nutrientes em reserva e liberá-los mais tarde (HARTMANN et al., 1990).

O substrato Plantmax aumentou o crescimento de mudas de maracujazeiro em relação à vermiculita, quando ambos foram adubados com a formulação 4-14-8 (400g/55 litros de substrato), demonstrando o efeito positivo do adubo com liberação normal de nutrientes na obtenção de mudas mais precoces (SILVA et al., 2001). No entanto, os mesmos autores verificaram que a inoculação com micorriza (*Glomus etunicatum*) influenciou positivamente nas características de crescimento das plântulas apenas em relação à vermiculita; o não-efeito da micorriza associado ao Plantmax, pode ter sido devido ao alto teor de fósforo disponível neste substrato, concorrendo para reduzir a taxa de colonização (SILVEIRA, 1992).

A acidez de um substrato é medida ao final da mistura de componentes, devendo variar entre 6 a 6,5 (medido em H₂O). Valores abaixo ou acima desta faixa trazem problemas à formação das mudas devido a indisponibilidade de alguns nutrientes e fitotoxidez. O ajuste do pH do substrato (acidificação ou calagem) nem sempre fornece bons resultados, por isso, a escolha de componentes da mistura que variem o pH dentro da faixa recomendada, facilitando o manejo deste parâmetro (FERRARI, 2003). Entretanto, para Schimitz et al. (2002), a faixa com maior

disponibilidade de nutrientes é de 6 a 7. Em relação à vermiculita com pH 8,0, os cuidados são para evitar a salinização (ANDRIOLO, 2002 ; HOFFMANN JÚNIOR et al., 2007).

2.9 Cuidados Básicos com Porta-enxertos do Gênero *Spondias*

A estrutura de telados, conforme Santos (2008), permite o sombreamento artificial para as plantas mais sensíveis, principalmente para aclimação em períodos mais quentes do ano e com alta luminosidade, tornando possível a produção de mudas durante todo o ano. Não é muito recomendado para regiões frias e de baixa luminosidade, sendo preferível o sombreamento móvel.

A EMBRAPA recomenda que os endocarpos sejam semeados a uma profundidade de 3cm, em canteiros ou bandejas, usando-se como substrato areia quartzosa. Os canteiros ou as bandejas devem ficar em ambiente sombreado com retenção de 30% a 50% da radiação solar. Depois da germinação das sementes, as plântulas devem ser repicadas para sacos plásticos (CHAVES et al., 2000). Há uma diversidade de substrato, porém não existe um substrato perfeito para todas as condições e espécies. Deste modo, é sempre preferível usar componentes de um substrato em forma de mistura. Quando as plantas atingirem cerca de 40 cm de altura, 0,7-0,9 cm de diâmetro do caule no ponto da enxertia e possuírem cerca de dez folhas, estarão aptas para realização da enxertia (ESPÍNOLA et al., 2004). O tempo para formação do porta-enxerto é de aproximadamente 90 dias, contando-se da data da repicagem das plântulas a da realização da enxertia (SOUZA et al., 2008).

2.10 Parâmetros morfológicos para a avaliação de mudas

Os parâmetros morfológicos são atributos determinados física ou visualmente, devendo ser ressaltado que algumas pesquisas têm sido realizadas com o intuito de mostrar que os critérios que adotam essas características são importantes para o sucesso do desempenho das mudas após o plantio no campo (FONSECA, 2000).

Vários são os parâmetros utilizados na avaliação da qualidade de mudas de espécies florestais e dentre eles, destacam-se o comprimento da parte aérea, a conformação do sistema radicular, o diâmetro de colo, a proporção entre as partes aérea e radicular, a proporção entre o diâmetro do colo e altura da parte aérea, as biomassas seca e fresca das partes aérea e radicular, a rigidez da parte aérea, os aspectos nutricionais, entre outros. (PAIVA E GOMES, 1993).

Os parâmetros morfológicos serão descritos a seguir, objetivando melhor entendimento sobre sua influência na qualidade das mudas, sabendo-se que nenhum parâmetro deve ser utilizado como critério único para a classificação das mudas.

Os estudos agrônômicos do desenvolvimento de técnicas para a produção de mudas podem contribuir para um melhor conhecimento das técnicas de propagação, o que possibilitará aos produtores uma maior eficiência na produção de mudas de frutíferas de melhor qualidade.

2.10.1 Comprimento da parte aérea

O comprimento da parte aérea é considerado um dos parâmetros mais utilizados na classificação e seleção de mudas (PARVIAINEN, 1981). Este parâmetro morfológico é de fácil medição e, sempre foi usado com eficiência para avaliar o padrão de qualidade de mudas nos viveiros, sendo considerado um dos mais importantes parâmetros para prognosticar o crescimento de mudas no campo (GOMES et al., 1978; MEXAL E LANDIS, 1990).

Pesquisas realizadas com mudas de *Eucalyptus grandis*, reportam que a adoção do comprimento da parte aérea e da relação comprimento/massa seca da parte aérea devem ser consideradas em razão desses parâmetros apresentarem boa contribuição para se determinar o padrão de qualidade das mudas. A altura, medida de forma isolada, pode ser utilizada para estimar a qualidade morfológica das mudas, em função da sua medição ser muito fácil (GOMES et al., 2002)

A seleção fenotípica precoce de mudas de *Pinus elliottii*, realizada por Shimizu (1980), constatou que a seleção de mudas no viveiro, por meio da altura e rigidez do caule, constituem um importante passo na formação de populações produtivas dessa espécie para a região Sul do Brasil.

2.10.2 Diâmetro de colo (D)

O diâmetro de colo é facilmente mensurável, sendo considerado por muitos pesquisadores como um dos mais importantes parâmetros para estimar a sobrevivência de mudas de espécies florestais no campo (GOMES

E PAIVA, 2004). Ainda de acordo com estes autores, o padrão de qualidade de mudas de várias espécies florestais, prontas para o plantio, possui alta correlação com esse parâmetro e isso pode ser observado nos significativos aumentos das taxas de sobrevivência e do crescimento das plantas no campo.

O diâmetro de colo tomado isoladamente ou combinado com a altura é uma das melhores características morfológicas para predizer a qualidade das mudas de espécies florestais (GOMES et al., 2002).

Pesquisas realizadas por South et al. (1985), com *Pinus taeda* de 13 anos de idade, constataram que mudas com diâmetros de colo superiores a 4,7 mm, apresentaram maiores índices de sobrevivência, crescimento em altura e incremento em volume. Verificou-se uma interação positiva entre o diâmetro de colo e a percentagem de sobrevivência após o plantio para *Pinus radiata*; mudas com 2 e 5 mm de diâmetro de colo apresentaram, respectivamente, médias de sobrevivência de 62 % e 85% (SOUTH et al., 1993).

2.10.3 Relação comprimento da parte aérea e diâmetro de colo (H/D)

A relação entre o comprimento da parte aérea e o diâmetro de colo foi caracterizada por Carneiro (1985) como o equilíbrio de desenvolvimento das mudas no viveiro. Esta relação é denominada de quociente de robustez, sendo considerado um dos parâmetros morfológicos mais precisos, pois fornece informações de quanto delgada está a muda (GOMES et al., 2002)

A conjunção das medidas de comprimento da parte aérea e diâmetro de colo deve ser levada em consideração para a classificação da qualidade das mudas, em razão da facilidade operacional destas medições; a

avaliação da qualidade das mudas empregando este parâmetro pode ser feita durante o período de produção, visando acompanhar o desenvolvimento das mesmas, constituindo um dos mais importantes parâmetros morfológicos para estimar o crescimento das mudas após o plantio (CARNEIRO, 1995). Quanto menor for o valor deste índice, maior será a capacidade das mudas sobreviverem e se estabelecerem no campo (GOMES E PAIVA, 2004).

2.10.4 Massa fresca e seca das mudas

As biomassas das partes radicular e aérea representam um critério eficiente para a determinação da qualidade de mudas (LIMSTRON, 1963). Ao se determinar o peso de massa fresca e seca das mudas como parâmetro de qualidade, deve-se considerar: a) determinação de massa fresca e seca da parte aérea; b) determinação de massa fresca e seca das raízes; c) determinação de massa fresca e seca total e d) determinação da percentagem de raízes (CARNEIRO, 1995).

A massa seca da parte aérea indica a rusticidade e correlaciona-se diretamente com a sobrevivência e desempenho inicial das mudas após o plantio no campo (GOMES E PAIVA, 2004). Conforme Parviainen (1981), a relação de massa seca da parte aérea/massa seca das raízes, pode ser considerado um índice eficiente e seguro para avaliar a qualidade de mudas. No entanto, este índice, além de depender da destruição da muda para a sua determinação, apresenta uma relação contraditória para o crescimento das mesmas no campo (BURNETT, 1979).

Baixas relações das biomassas das partes radicular/aérea indicam pequena superfície de absorção quando comparadas com a superfície de transpiração, o que afeta a resistência das mudas às condições de seca (McNABB ,1985; BOYER e SOUTH, 1987).

3. REFERÊNCIAS

ABREU, N. A. A.; MENDONÇA, V.; FERREIRA, B. G.; TEIXEIRA, G. A.; SOUZA, H. A.; RAMOS, J. D. Crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) em substratos com utilização de superfosfato simples. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 6, 2005.

ALLEONI, L. R. F.; CAMBRI, M. A.; CAIRES, E. F. Atributos químicos de um latossolo de cerrado sob plantio direto, de acordo com doses e formas de aplicação de calcário. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v, 29, p. 923-934, 2005.

ALLEONI, L. R. F.; ZAMBROSI, F. C. B.; MOREIRA, S. G.; PROCHNOW, L. I.; PAULETTI, V. Liming and electrochemical attributes of na oxisol under no tillage. **Sci. Agric.**, v. 60: p. 119-123, 2003.

AMARAL, A. S.; ANGHINONI, I.; DESCHAMPS, F. C. Resíduos de plantas de cobertura e mobilidade dos produtos da dissolução do calcário aplicado na superfície do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v, 28, p. 115-123, 2004.

ANDRADE, J. E. S. **Influência da adubação orgânica e da erosão sobre as propriedades do solo, germinação e crescimento de mudas de umbuzeiro.** - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1998. Dissertação(Mestrado).

ANDRIOLO, J. L. **Olericultura geral: princípios e técnicas.** Santa Maria: UFSM, 2002. 158 p.

ANSORENA MINER, J. **Substratos: propiedades y caracterizacion.** Madrid: Mundi-prensa, 1994. 172 p.

ARAÚJO, F. P. de. **Métodos de enxertia na propagação do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) em diferentes épocas do ano.** - Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 1999, Dissertação (Mestrado), 71 p. il.

ARAÚJO, F. P.; SANTOS, C. A. F.; MOREIRA, J. N.; CAVALCANTI, N. B. **Avaliação do índice de pegamento de enxertos de espécies de *Spondias* em plantas adultas de umbuzeiro.** EMBRAPA-CPATSA, Petrolina, 2000. Comunicado Técnico, 4 p.

ARAÚJO, F. P.; SANTOS, C. A.F.; CAVALCANTI, N. B.; REZENDE, G. M. Effect of storage duration of umbu seeds on seed germination and seedling development. **Revista Brasileira de Armazenamento: Centreinar/Funarbe-UFV, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 36-39, 2001.**

BARBOSA, D. C. A.; ALVES, J. L. H.; PRAZERES, S. M.; PAIVA, A. M. A. Dados fenológicos de 10 espécies arbóreas de uma área de caatinga (Alagoinha-PE). **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 3, n. 2, p. 109-117, 1989.

BELLÉ, S. **Uso da turfa “Lagoa dos Patos” (Viamão/RS) como substrato hortícola.** – Faculdade de Agronomia da UFRGS, Porto Alegre, 1990. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) 78 f.

BERNARDI, A. C. C.; CARMELLO, Q. A. C.; CARVALHO, S. A. Desenvolvimento de mudas de citros cultivadas em vaso, em resposta à adubação NPK. **Scientia agrícola**, Piracicaba, v. 57, n.4, p. 733-738 2000.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** Piracicaba: Livroceres, 1985. 392 p.

BOVI, M. L. A.; GODOY JÚNIOR, G.; SPIERING, S. H. Respostas de crescimento da pupunheira à adubação NPK. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 161-166, 2002.

BOYER, J. N.; SOUTH, D. B. Excessive seedling height, high shoot-to-root ratio and benomyl root dip reduce survival of stored loblolly pine seedling. **Tree Planters’ Notes**, Washington, D. C. v. 38, n 4, p. 19-22, 1987.

BRITO NETO, J. F.; LACERDA, J. S.; PEREIRA, W. E.; ALBUQUERQUE, R.; COSTA, A. P. M.; SANTOS, D. P. Emergência de plântulas e características morfológicas de sementes e plantas de umbuzeiro. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, p. 224-230, 2009

BURNETT, A. N. New methods for measuring root growth capacity: their value in assessing lodge pole pine stock quality. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 9, p. 63-67, 1979.

CAMPBELL, C. W.; SAULS, J. W. Spondias in Flórida. **Fruit Crops** Flórida: University of Flórida, 1991. 3p. Fact Sheet FC-63.

CAMPOS, C. O. **Estudos da quebra de dormência da semente do umbuzeiro *Spondias tuberosa* Arr. Câm.)** UFC, Fortaleza, 1986. Dissertação (Mestrado) 71 p.

CARNEIRO, J. G. A. **Efeito da densidade sobre o desenvolvimento de alguns parâmetros morfofisiológicos de mudas de *Pinus taeda* L. em viveiro e após o plantio.** Curitiba: UFPR, 1985. 125 p.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais.** Curitiba: UFPR/FUPEF, Campos: UENF, 1995. 451 p.

CARVALHO, J. G.; GONÇALVES, F. C.; NEVES, O. S. C.; GONÇALVES, S. M.; CLEMENTE, F. M. T. Caracterização de sintomas visuais de deficiências de macronutrientes em mudas de umbuzeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., Florianópolis. **Anais...** Florianópolis-SC, 2004.

CARVALHO, J. G.; NEVES, O. S. C. **Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)**. Lavras: Editora UFLA, 2004, 60 p.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; PERES, L. E. P. **Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática.** Piracicaba: Editora Ceres, 2005.

CAVALCANTE, N. B.; LIMA, J. L. S.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. L.; LIMA, J. B. Extrativismo do imbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Cam.) como fonte alternativa de renda para pequenos produtores no semiárido nordestino: um estudo de caso. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 20, n. 4, p. 529-533, 1996.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. L. Emergência e crescimento do imbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Cam.) em diferentes substratos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 49, n. 282, p. 97-108, 2002.

CAVANCANTI, N. B.; LIMA, J. L. S.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. L. Ciclo reprodutivo do imbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Cam.), **Revista Ceres: UFV**, Viçosa, v. 47, n. 272, p. 421-439, 2000.

CHAVES, J. C. M.; CAVALCANTI JÚNIOR, A. T.; CORREIA, D. SOUZA, F. X.; ARAÚJO, C. A. T. Normas de produção de mudas. Embrapa Agroindústria Tropical, **Documento nº 41**, Fortaleza, 2000.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DE SOLO. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10ª ed. Porto Alegre, 2004. 400 p.

CONYERS, M. K.; HEENAN, D. P.; McGHIE, W. J.; POILE, G. P. Amelioration of acidity with time by limestone under contrasting tillage. **Soil Till. Res.**, v. 72: p. 85-94, 2003.

COSTA, N. P.; BRUNO, R. L. A.; SOUZA, F. X.; LIMA, E. D. P. Efeito do estágio de maturação do fruto e do tempo de pré-embebição de endocarpos na germinação de sementes de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.), **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 738-741, 2001.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S (Ed.) **Nutrição Mineral de Plantas**, SBCS, Viçosa, 2006, p. 328-354.

DIAS, J. M. M.; CALIXTO, M. C. **Propagação de plantas**, UFV, Viçosa, 2001, apostila de aula da disciplina FIT-332.

DUQUE, J. G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**, 4ª ed. Fortaleza:BNB, 2004. 330 p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. NUNES, M. E. T. (trad.), Londrina: Editora Planta, 2006.

ESPÍNOLA, A. C. M.; ALMEIDA, C. C. S.; CARVALHO, N. S. G.; ROZA, M. L. A. Diâmetro do caule e método de enxertia na formação de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) **Revista Brasileira Agrociência**. Pelotas, v. 10, p. 371-372, 2004.

FAÇANHA, R. E. **Enraizamento de estacas de caule de umbu-cajá (*Spondias sp.*)**. Fortaleza: UFC, 1977. 24 p. Monografia

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**, UFPEL, Pelotas, 1994. 179 p.

FAQUIN, V.; HOFFMANN, C. R.; EVANGELISTA, A. R. O potássio e o enxofre no crescimento da brachiária e do colônio em amostras de um Latossolo da região noroeste do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 87-94, 1995.

FERMINO, M. H. **Aproveitamento de resíduos industriais e agrícolas como alternativas de substratos hortícolas**. 1996. 90 p. Porto Alegre, Universidade federal do Rio Grande do Sul, 1996. Dissertação (Mestrado),

FERNANDES, L. A.; FURTINI NETO, A. E.; FONSECA, F. C.; VALE, F. B. Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1191-1198, 2000.

FERRARI, M. P. **Cultivo do eucalipto: produção de mudas**. Sistemas de Produção, 4. EMBRAPA: CNPTIA, 2003 Disponível em: www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br Acesso em: 20 de setembro de 2011.

FERREIRA, G. A.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**, Porto Alegre: Artmed, 2004, 323 p.

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* L. Blume., *Cedrela fissilis* Vell. E *Aspidosperma polyneuron* Mull. Arg. Proguzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. Jaboticabal-SP, Universidade Estadual Paulista, 2000. 113 p. Tese (Doutorado).

FRANCHINI, J. C., MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A & MALAVOLTA, E. Dinâmica de íons em solo ácido lixiviado com extratos de resíduos de adubos verdes e soluções puras de ácidos orgânico. *Pesq. Agropec. Bras.* 34:2267-2276. 1999.

FRANZON, R. C.; GONÇALVES, R. S.; ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. C. B. Propagação da pitangueira através da enxertia de garfagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 488-491, 2008.

GALVÃO, A. O. **Efeito de fitohormônios IBA e ANA no enraizamento de estacas do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.)**, Areia, UFPB, 1985. 50 p. Dissertação(mestrado)

GOMES, J. M.; COUTO, L. Produção de mudas de eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 141, p. 8-14, 1986.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R. Influência do tratamento prévio do solo com brometo de metila no crescimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* em viveiro. **Brasil Florestal**, Brasília, v. 9, n. 35, p. 18-23, 1978.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucaliptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 116 p.

GOMES, P. **Fruticultura brasileira**. 11ª Ed, Nobel, São Paulo, 1980, 445 p.

GONÇALVES, J. L. M.; FREIXÊDAS, V. M.; KAGEYAMA, P. Y.; GONÇALVES, J. C.; DIAS, J. H. Produção de biomassa e sistema radicular de diferentes estágios siccossionais. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, p. 363-367, 1992.

GONDIM, T. M. S.; SILVA, H.; SILVA, A. Q. Período de ocorrência e formação de xilopódios em plantas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) propagadas sexuada e assexuadamente. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Cruz das Almas, v. 13, p. 33-38, 1991.

GUPPY, C. N.; MENZIES, N. W.; MOODY, P. W.; BLAMEY, F. P. C. Competitive sorption reactions between phosphorus and organic matter in soil: A review. **Austr. J. Soil Res.**, v. 43: p. 189-202, 2005.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D.E.; DAVIES, E. T. Jr. **Plant propagation: principles and practices**. 5ª ed. Englewood Cliffs: Prentice – Hall, 1990. 647 p.

HOFFMANN JÚNIOR, L.; RIBEIRO, N. D.; SANTOS, O. S.; MEDEIROS, S.; JOST, E.; POERSCH, N. L. Substratos para cultivo de feijoeiro em vasos com fertirrigação. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 1, p. 141-145, 2007.

IBF (Instituto Brasileiro de Florestas). **Bioma Caatinga**. Disponível em: www.ibflorestas.org.br, 2011. Acesso em: 10 de outubro de 2011.

KIRK, G. J. D.; SANTOS, E. E.; SANTOS, M. B. Phosphate solubilization by organic anion excretion from rice growing in aerobic soil: rates of excretion and decomposition. Effects on rhizosphere pH and effects on phosphate solubility and uptake. **New phytol.**, v.142, p.185-200, 2000.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. RiMa, São Carlos, 2000. 528 p.

LEDERMAN, I. E.; BEZERRA, J. E. F.; ASCHOFF, M. N. A.; OLIVEIRA, E. N. M.; ROSA, J. M. G. Propagação vegetativa do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) e da graviola (*Annona muricata* L.) através da alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, n. 1, p. 55-58, 1991.

LEITE, G. A. **Porta-enxertos e métodos de enxertia na produção de mudas de atemoieira (*Annona squamosa* L. x *Annona cherimola* Mill.)**, Mossoró, UFRSA, 2011. Dissertação (mestrado), 68 f.

LIMA FILHO, J. M. P. Ecofisiologia do umbuzeiro. In: **Spondias no Brasil: umbu, cajá e espécies afins**, Recife, IPA, 2008, p. 31-39.

LIMA FILHO, J. M. P. Internal water relations of the umbu tree under semiarid conditions. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 518-521, dez, 2001.

LIMA, R. S. **Estudo morfo-anatômico do sistema radicular de cinco espécies arbóreas de uma área de caatinga no município de Alagoinha-PE**. UFRPE, Recife, 1994. Dissertação (mestrado), 103 p.

LIMSTRON, G. A. **Forest planting practice in the central states**. Washington, U. S. Forest Service, 1963. 69 p.

LOPES, W. F. **Propagação assexuada de cajá (*Spondias mombin* L.) e cajá-umbu (*Spondias spp.*) através de estacas**. Areia, 1997. Monografia, 47 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa-SP: Plantarum, 1992, 352p.

LYRA, L. H.B; LIMA, D. L; SILVA, S.S; XAVIER, T. S; LIMA, V. C. **A questão do semiárido e o Bioma caatinga**, 2009. Disponível em: www.geo.ufv.br. Acesso em: 04 de outubro de 2011.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos**. São Paulo: Leitura e Arte Ed., p. 354-363, 2004

MALAVOLTA, E. **Manual de Química Agrícola: Adubos e adubação**, São Paulo: Editora Ceres, 1981.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Ceres, 2006. 638 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**, 2^a Ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARSCHNER, H.; KIRKBY, E. A.; ÇAKMAK, I. Effect of mineral nutritional status on shoot-root partitioning of photoassimilates and cycling of mineral nutrients. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 47, p. 1255-1263, 1996.

MATTOS JÚNIOR, D.; CANTARELLA, H.; GUAGGIO, J.A. Perdas por volatilização do Nitrogênio fertilizante aplicado em pomares de citros. **Revista Laranja**, Cordeirópolis, v. 23, n.1, 2002.

McNABB, K. L. **The relationship of carbohydrate reserves to the quality of bare-root *Pinus elliottii* var *elliotti* (Engelm.) seedling produced in northern Florida Nursery**. Tese (Doutorado)- Florida University, Florida, 1985. 145 p.

MELLO, F. A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C.; ARZOLLA, S. SILVEIRA, R. I, NETTO, A. C.; KIEHL, J. C. **Fertilidade do Solo**, São Paulo: Nobel, 1983

MELLO, F.A.F. **Uréia fertilizante**. Campinas : Fundação Cargill, 1987. 192p.

MELO, A. G. G. de. **Efeito de recipientes e substratos no comportamento silvicultural de plantas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989. Dissertação (Mestrado em Agronomia), 80 p.

MELO, A. S. **Efeito de N, P, e K sobre o desenvolvimento inicial e a nutrição foliar da aceroleira (*Malpighia puniceifolia* L.)** Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 1999. Dissertação (mestrado), 81 f.

MENDES, B. V. **Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.): importante fruteira do semiárido.** Mossoró: ESAM, 1990. 66 p.

MENDONÇA, A. V. R.; NOGUEIRA, F. D.; VENTURIN, N.; SOUZA, J. S. Exigências nutricionais de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (aroeira do sertão). **Cerne**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 65-75, 1999

MENEZES, R. S.; SAMPAIO, E. V. S. B., Agricultura sustentável no semiárido nordestino In: Oliveira, T. S, ASSIS Júnior, R.N; ROMERO, R. E, SILVA, J. R. C (Eds.) **Agricultura, sustentabilidade e o semiárido.** UFC/Viçosa e Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Fortaleza, 2000.

MEXAL, J. L.; LANDIS, T. D. Target seedling concepts : height and diameter. In: Target Seedling Symposium, Meeting of the Westernforest Nursery Associations, General Technical Report RM-200, 1990, Roseburg. **Proceedings...** Fort. Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 17-35.

MINAMI, K. Adubação em substratos. In: KAMPF, A. N.; FERMINO, M. H. (Ed.). **Substrato para plantas: base da produção vegetal em recipientes.** Porto Alegre: Genesis, 2000. p. 147-152.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Secretaria de Biodiversidade e Florestas.** Disponível em: www.mma.gov.br

MONIZ, A. C. **Elementos de pedologia.** São Paulo: Polígonos, 1972. 459 p.

MORAES, D. **Bioma Caatinga,** Ministério da Saúde. Disponível em www.invivo.fiocruz.br, Acesso em: julho de 2011.

MORAES, V. H. F.; MULER, C. H.; SOUZA, A. G.C.; ANTONIO, I. C. Native fruit species of economic potential from the Brazilian Amazon. **Angewandt Botanic,** Manaus, v. 68, p.47-5, 1994

MORALES, E. A. V.; VALOIS, A. C. C. **Princípios para conservação e uso de recursos genéticos**. In: CURSO DE CONSERVAÇÃO DE GERMOPLASMA-SEMENTE, Brasília, 1994.

NASCIMENTO, C. E. S.; OLIVEIRA, V. R.; NUNES, R. F.M; ALBUQUERQUE, T. C. Propagação vegetativa do umbuzeiro. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, 1993, Curitiba, PR. **Anais...** São Paulo: SBS/SBEF, v. 2, p. 454-456, 1993.

NEVES, O. S. C. **Umbuzeiro (*Spondias tuberosa*), uma alternativa para o semiárido** Edições UESB, Vitória da Conquista, 2010. 96p.

NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G. **Tecnologia da produção do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.)**, UFLA, Lavras, 2005. Nota Técnica 127, 101 p.

NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G.; OLIVEIRA, E. V.; NEVES, V. B. F. Crescimento, nutrição mineral e nível crítico foliar de P em mudas de umbuzeiro, em função da adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 30, n.3, p.801-805, 2008.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Viveiros florestais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 1993. 56 p.

PAREYN, F. G. C. A importância da produção não-madereira na caatinga. In: GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y.(orgs.) **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010

PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação de mudas florestais. In: Seminário de sementes e viveiros florestais, 1, 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, p. 59-90, 1981.

PEZZUTTI, R. V.; SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M. Crescimento de mudas de *Eucalyptus globulus* em resposta à fertilização NPK. **Ciência florestal**, v. 9, n. 2, p. 117-125, 1999

PRIMAVESI, A. **Manejo Ecológico do Solo: a agricultura em regiões tropicais**, São Paulo: Nobel, 2009.

RAIJ, B van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, 1991. 334p.

RAMOS, J. D.; CHALFUN, N. N. J.; PASQUAL, M.; RUFINI, J. C. M. Produção de mudas de plantas frutíferas por semente. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 13, n. 216, p.64-72, 2002.

RESENDE, A. V.; FURTINI NETO, A. E.; MUNIZ, J. A.; CURTI, N.; FAQUIN, V. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 11, p. 2071-2081, 1999.

REZENDE, A. A.; GUIMARÃES, G. F.; MIYAJI, M.; FONTAN, G. C. R.; BONOMO, R. C. F. Produção de Bebida Láctea tipo umbuzada como alternativa de renda para o pequeno agricultor do sudoeste baiano. 45º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. **Anais...** Londrina, 2007.

ROSA, A.V.; **Agricultura e meio ambiente**, FURLAN, S. A e SCARLATO, F.(coord.) Ed. Atual, São Paulo, 7ª edição, 2010. 95 p.

SACRAMENTO, C. K.; SOUSA, F. X. Cajá (*Spondias mombin* L.) **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal. 2000. 52 p. (Série Frutas Nativas, n. 4).

SANDERS, J. R. The effect of pH on the total and free ionic concentrations of manganese, zinc and cobalt in soil solution. **J. Soil Sci.**, v. 34, p. 315-323, 1983.

SANTOS, A. C. V. **Produção de mudas Florestais**. Niterói: Programa Rio Rural, 2008. Manual Técnico, 06, 21 f.

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. K. D. ; KAMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p.937-944, 2002.

SHIMIZU, J. Y. Seleção fenotípica de *Pinus elliottii* Engeln var *elliottii* no viveiro e seus efeitos no crescimento. **Boletim de Pesquisa Florestal**, EMBRAPA/URPFCS, n. 1, p. 19-27, 1980.

SILVA, A. Q.; SILVA, M. A. G. O. Observações morfológicas e fisiológicas sobre *Spondias tuberosa* Arr. Câm. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 25, 1974, Mossoró. **Anais...** Sociedade Botânica do Brasil, Recife, 1976, p. 5-15.

SILVA, C.A.; VALE, F.R. Disponibilidade de nitrato em solos brasileiros sob efeito da calagem e de fontes de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 2461-2471, 2000.

SILVA, E. B.; GONÇALVES, N. P.; PINHO, P. J. Limitações nutricionais para crescimento de mudas de umbuzeiro em latossolo vermelho distrófico no norte de Minas. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 27. n. 1, p. 55-59, 2005.

SILVA, E. B.; GONÇALVES, N. P.; PINHO, P. J.; CANUTO, R. S. Requerimentos nutricionais do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), **Anais...** FERTBIO, Rio de Janeiro, 2000.

SILVA, R. P.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N.T.V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, 2001.

SILVEIRA, A.P.D. Micorrizas. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P. **Microbiologia do solo**, Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992, p. 257-282.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 762 p.

SOUTH, D. B.; BOYER, J. N.; BOSCH, L. S. Survival and growth of loblolly pine as influenced by seedling grade: 13 year results. **Southern Journal of Applied Forestry**, Bethesda, M. D., v.9, n. 2, p. 76-81, 1985.

SOUTH, D. B.; ZWOLINSKI, J. B.; DONALD, D. G. M. Interactions among seedling diameter grade, weed control and soil cultivation for *Pinus radiata* in South Africa. **Can. J. Res.**, Ottawa, v. 23, p. 2078-2082, 1993.

SOUZA, A. P. L.; CAVALCANTI, G. A. **Emprego Rural na Fruticultura Paraibana no período 1990-2004**, I JORNADA NACIONAL DE AGROINDÚSTRIA, UFPB, Bananeiras, 2006. Disponível em: www.semiagro.com.br. Acesso em: junho de 2011.

SOUZA, F. X. Spondias agroindustriais e os seus métodos de propagação. In: SOUZA, F. X.; CAVALCANTI, N. B. Produção, processamento e mercado para *Spondias*. **15ª SEMANA INTERNACIONAL DA FRUTICULTURA, FLORICULTURA E AGROINDÚSTRIA- FRUTAL**, Fortaleza: Instituto **Frutal**, 2008. 86 p. (Coleção Cursos **Frutal**).

SOUZA, F. X.; ARAÚJO, C. A T. **Avaliação dos Métodos de propagação de algumas Spondias Agroindustriais**. EMBRAPA-CNPAT, 1999. Comunicado técnico nº 31, 4 p.

SOUZA, F. X.; BLEICHER, E. Comportamento da cajazeira enxertada sobre umbuzeiro em Pacajus-CE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3 p. 790-792, 2002.

SOUZA, F. X.; INECCO, R.; ARAÚJO, C. A. T. Métodos de enxertia recomendados para a produção de mudas de cajazeira e de outras fruteiras do gênero *Spondias*. In: SOUZA, F. X.; CAVALCANTI, N. B. Produção, processamento e mercado para *Spondias*. **15ª SEMANA INTERNACIONAL DA FRUTICULTURA, FLORICULTURA E AGROINDÚSTRIA- FRUTAL**, Fortaleza, 2008

SOUZA, F. X.; SOUSA, F. H. L.; FREITAS, J. B. S. Caracterização morfológica de endocarpos de umbu-cajá. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 48, 1997, Crato-CE. **Resumos...** Fortaleza: SBB/BNB, 1997. p. 121

SOUZA, V. A.B. Perspectivas dos melhoramento de espécies nativas do Nordeste brasileiro. In: Congresso Brasileiro de Melhoramento Genético de Plantas, 1., 2001, Goiânia. **Resumos...** Terezina: EMBRAPA Meio-Norte, 2001.

TIBAU, A. O. **Matéria orgânica e fertilidade do solo**. Nobel, São Paulo, 1983. 218 p.

TROEH, F. R.; THOMPSON, L. M. **Solos e fertilidade do solo**, 6ª ed., São Paulo: Andrei, 2007.

TURINI, E. **Umbu-fruto, conjuntura mensal**. Companhia Nacional de Abastecimento-CONAB, MMA, Brasília, 2011. Disponível em: www.conab.gov.br. Acesso em: agosto de 2011.

VICHIATO, M. **Influência da fertilização do porta-enxerto tangerineira (*Citrus reshni* Hort. Ex Tan. Cv. Cleópatra) em tubetes, até a repicagem**. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996. 82 p. Dissertação (Mestrado)

WANG, F.L. & ALVA, A.K. Leaching of nitrogen from slow-release urea sources in sandy soils. Soil Sci. Soc. **Am. J.**, v. 60, p.1454-1458, 1996.

CAPÍTULO II

ADUBOS NITROGENADOS E POTÁSSICOS NA PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE UMBUZEIRO (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)

RESUMO

Várias espécies nativas do Nordeste brasileiro, dentre elas, o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) dispõem de poucas informações relacionadas às técnicas agronômicas que possam ser aplicadas no cultivo comercial. O uso racional da adubação é uma técnica prioritária para que se possa alcançar uma satisfatória produtividade nesta espécie. O presente trabalho teve por objetivo obter as melhores fontes e doses de adubos químicos nitrogenados e potássicos para a obtenção de porta-enxertos vigorosos de umbuzeiro, na região Nordeste do Brasil. O experimento foi instalado e conduzido em um viveiro telado, tipo sombrite (50%), situado no Perímetro Irrigado de São Gonçalo, em Sousa-PB, no período de junho a dezembro de 2010. O local tem coordenadas geográficas de 6°45'33'' latitude Sul, 38°13'41'' longitude Oeste e altitude de 220 m. Em experimentos separados, foram testadas para o nitrogênio (N) duas fontes (uréia e sulfato de amônio) em cinco doses: 0, 350, 700, 1400 e 2800 mg.dm⁻³ de substrato, e para o potássio (K₂O), duas fontes (cloreto de potássio e sulfato de potássio) em cinco doses: 0, 1800, 3600, 5400 e 7200 mg.dm⁻³ de substrato, aplicados em cobertura. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 2 (fontes) x 5 (doses), quatro repetições e dez plantas por parcela. O sulfato de amônio, quando comparado à uréia, possibilitou um acréscimo em sobrevivência e tamanho dos porta-enxertos de 19,3% e 21%, respectivamente. As variáveis sobrevivência, comprimento da parte aérea; diâmetro do caule e massa fresca do xilopódio dos porta-enxertos, diferiram significativamente em relação as doses de N e K, porém, na forma de decréscimo linear, ou seja, o aumento das doses de nitrogênio e potássio aplicadas ao solo influenciaram negativamente estas características.

Palavras-chave: adubação, nitrogênio, potássio, umbuzeiro

CHAPTER II

NITROGEN AND POTASSIUM FERTILIZER ON THE GROWTH OF SEEDLINGS OF *Spondias tuberosa* Arr. Cam.)

ABSTRACT

Several species native to Northeastern Brazil, among them, the umbu tree (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) have few informations related to agronomic techniques that can be applied in commercial cultivation. The rational use of fertilizers is a priority technique that we can achieve a satisfactory productivity in this specie. This study aimed to obtain information about the best sources and doses of nitrogen and potassium fertilizers for obtaining vigorous rootstocks umbuzeiro in Northeastern Brazil. The experiment was conducted in a nursery and greenhouse, shade type (50%) located in the irrigation district of São Gonçalo, Sousa-PB in the period June-December 2010. The site has geographical coordinates of 6° 45' 33" South latitude, 38° 13' 41" West longitude and altitude of 220 m. In separate experiments, we tested two sources of nitrogen (urea and ammonium sulfate) in five rates: 0, 350, 700, 1400 e 2800 mg.dm⁻³ substrate, and two sources of potash fertilizer (K₂O) (potassium chloride and potassium sulfate) in five doses: 0, 1800, 3600, 5400 e 7200 mg.dm⁻³ substrate, applied in topdressing. The design was in randomized blocks in factorial 2 (sources) x 4 (doses), four replications and ten plants per plot. Ammonium sulfate, as compared to urea, a possible increase in seedling survival and size of 19.3% and 21%, respectively, for both variables. The variable survival of seedlings, shoot length, stem diameter and root fresh weight, showed significant effect on the doses of N and K, however, showed a linear decrease, in other words, increasing doses of nitrogen and potassium applied to soil had a negative influence these characteristics.

Keywords: fertilization, nitrogen, potassium, umbu tree

1. INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro apresenta condições climáticas favoráveis ao cultivo de diversas espécies frutíferas de clima tropical, o que é evidenciado pela expressiva diversidade de espécies nativas e exóticas encontradas na região, as quais são cultivadas empregando-se alta tecnologia. Entretanto, algumas espécies, como o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) dispõem de poucas informações provenientes de pesquisas e relacionadas às principais técnicas agrônômicas a serem empregadas no seu cultivo comercial.

Dentre estas técnicas está o uso racional da adubação. O solo é um recurso natural limitado e, às vezes, não dispõe dos nutrientes necessários para um adequado desenvolvimento das plantas. Por isto, deve ser suprido com fertilizante. A finalidade da adubação é garantir uma produtividade satisfatória para qualquer cultivo. Deste modo, entende-se que as plantas nativas da região semiárida brasileira, principalmente o umbuzeiro, não podem ficar submetidas às áreas de baixa fertilidade, nem condicionadas a uma exploração meramente extrativista, ou ainda restrita a um pomar doméstico, num fundo de quintal.

Dentro do gênero *Spondias*, o umbuzeiro é uma planta que está no rol das árvores indicadas para cultivo em reflorestamento e sistemas agroflorestais (SANTOS, 2008). Portanto, é fundamental para o estabelecimento em projetos de cultivo, cuidados especiais, desde a fase inicial no viveiro. Conhecer as exigências nutricionais desta espécie garantirá mudas de qualidade, e em conseqüência, taxas elevadas de

sobrevivência no campo. Geralmente, as recomendações de adubação em umbuzeiro baseiam-se em formulações padronizadas e de modo generalizado para a família *Anacardiaceae*, que muitas vezes não reflete a real necessidade da espécie, levando a uma elevação dos custos para o produtor.

O umbuzeiro consagra-se como uma planta frutífera de grande importância econômica, social e ecológica para o semiárido nordestino (SILVA et al., 1987); além de apresentar perspectiva de encontrar mercado no exterior. Apesar de apresentar grande potencial dentro da fruticultura para a região Nordeste, existem poucos estudos sobre essa fruteira, destacadamente na área de nutrição mineral (NEVES et al., 2008).

Deste modo, é uma planta que requer informações científicas sólidas, para se otimizar o uso de adubos, a assimilação de nutrientes pela planta e sua posterior incorporação em compostos de carbono necessários ao crescimento e ao desenvolvimento vegetal; processo pelo qual envolve macronutrientes como o nitrogênio e potássio, que a planta consome em maior quantidade e que agem como constituintes de compostos orgânicos ou participam de controle enzimático.

As adubações nitrogenada e potássicas apresentam grande importância para várias frutíferas, uma vez que interferem não só na quantidade produzida, mas também na qualidade do fruto. O N e o K são os nutrientes que têm apresentado maiores respostas em termos de qualidade dos frutos. Altas doses de N reduzem o teor de sólidos solúveis do suco de frutas. Entretanto, doses mais elevadas de potássio têm aumentado esse teor

na maioria das plantas estudadas, indicando que o balanço de N e de K é extremamente importante para a qualidade das frutas (ARAÚJO, 2001).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar melhores fontes e doses de adubos químicos nitrogenados e potássicos para a obtenção de porta-enxertos vigorosos de umbuzeiro na região Nordeste do Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido em um viveiro telado, tipo sombrite (50%), no IFPB-Campus Sousa, situado no Perímetro Irrigado de São Gonçalo, em Sousa-PB, no período de junho a dezembro de 2010 .

O local tem coordenadas geográficas de 6°45'33'' latitude Sul e 38°13'41'' longitude Oeste e altitude de 220 m, com uma temperatura média anual de 27°C, umidade relativa de 61% e precipitação média anual de 725 mm.

As sementes de umbuzeiro foram obtidas de plantas localizadas nos municípios de Junco, Juazeirinho e Soledade, na região do Cariri paraibano. Inicialmente, os frutos foram processados numa máquina agroindustrial para extração da polpa; os endocarpos foram colocados sobre papel jornal por 15 dias para secagem à sombra. As sementes foram colocadas para germinar em tubetes, contendo areia quartzosa como substrato. Após a germinação, quando as plântulas apresentavam um par de folhas definitivas, foram transplantadas para sacos de polietileno com dimensões de 20 cm x 11 cm x 10 cm, com capacidade para 2,1 L de substrato.

O substrato utilizado no enchimento dos sacos foi à base de esterco bovino + solo, na proporção de 1:3 (v/v) e apresentou as características apresentadas abaixo (Tabela 1). Também foi aplicado ao substrato, quinze dias antes do enchimento dos sacos, o fertilizante superfosfato simples na dose de 2.500 mg dm⁻³ de substrato. O solo apresentou as seguintes características:

Tabela 1:Análise de fertilidade do solo utilizado na formação do substrato no Experimento. Sousa-PB, 2011

pH	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+Al ⁺³	MO	V
H ₂ O					mg.dm ⁻³			g.kg ⁻¹	%
7,7	20	258	41	820	267	0,0	3	9,26	96

Em experimentos separados, foram testadas para o nitrogênio duas fontes: uréia e sulfato de amônio em cinco doses (0, 350, 700, 1400 e 2800) mg.dm⁻³, e para o potássio, duas fontes (cloreto de potássio e sulfato de potássio) em cinco doses de K₂O (0; 1.800; 3.600; 5.400 e 7.200) mg.dm⁻³ de substrato), aplicados em cobertura, e divididos em duas doses: uma juntamente com o superfosfato simples, e outra por ocasião do enchimento dos sacos para transplantio, quinze dias após.

Nos dois experimentos, o delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com tratamentos em esquema fatorial 2 (fontes) x 5 (doses), 4 repetições e dez plantas por parcela.

Após 100 dias do transplantio, os porta-enxertos foram avaliados pelas seguintes características: sobrevivência das plantas (%), comprimento da parte aérea (cm), diâmetro do colo (mm), relação comprimento da parte aérea e diâmetro de colo, massa seca do xilopódio (g/muda), massa seca da parte aérea (g/muda), massa seca total (g/muda).



Figura 1. Ensaio com adubação em umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) Sousa-PB, 2011Foto: autor

O comprimento da parte aérea (H) foi determinado com régua graduada a partir do nível do substrato até a ponta da última folha; o diâmetro do coleto (DC) foi medido com paquímetro ao nível do substrato. Utilizando balança de precisão foram efetuadas as determinações da massa fresca da parte aérea(MFPA) e do xilopódio (MFX), bem como, a massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do xilopódio (MSX), obtidas a partir do material seco em estufa (65°C por 72 h). A massa seca total (MST) foi a soma dos pesos citados. As relações entre as características medidas foram determinadas pela simples divisão entre elas.

2.1 Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos dados qualitativos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% e para as médias dos dados quantitativos foi empregada a análise de regressão conforme recomendações de (GOMES, 2000). As análises de variância e de regressão foram feitas com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Adubação Nitrogenada

A análise de variância mostrou diferença significativa para as variáveis sobrevivência dos porta-enxertos; comprimento da parte aérea; diâmetro do caule e massa fresca da raiz. Porém, não se constataram diferenças para as variáveis massa fresca e massa seca da parte aérea e massa seca do xilopódio (Tabela 2). Todas as variáveis que apresentaram efeito significativo em relação às doses de N, mostraram um decréscimo linear, ou seja, o aumento das doses de N aplicadas ao substrato influenciaram negativamente estas características avaliadas.

Tabela 2: Resumo da análise de variância na utilização de adubação nitrogenada na produção de porta-enxerto de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*). Sousa, PB 2011.

FV	GL	Quadrado Médio							
		SOB	CPA	DC	MFPA	MFV	MSPA	MSX	
BLOCO	3	382,5ns	550,4*	0,09*	306,8ns	341,2*	17,3ns	5,8ns	
FONTE	1	1822,5*	733,3*	0,07ns	136,1ns	232,0ns	2,1ns	0,2ns	
DOSE	4	9503,7*	1016,5*	0,16*	112,3ns	610,5*	3,4ns	2,3ns	
FONTE/DOSE	4	728,7ns	280,6ns	0,02ns	68,8ns	129,5ns	7,3ns	2,1ns	
Resíduo	27	302,8	182,1	0,02	105,8	105,1	8,9	2,5	
CV%		27,5	36,6	33,6	54,5	51,3	54,6	52,1	
MÉDIA		63,3	36,8	0,5	18,9	19,9	5,5	3,0	
GERAL									

ns* respectivamente efeito não significativo e significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade

Nota: SOB-sobrevivência; CPA-comprimento da parte aérea; DC-diâmetro do caule;MFPA-massa fresca da parte aérea; MFV-massa fresca do xilopódio; MSPA-massa seca da parte aérea; MSX-massa seca do xilopódio

Rodrigues et al. (2010) afirmaram também que todos os parâmetros estudados na produção de mudas de mamoneira (*Ricinus communis* L.), foram afetados pela adubação nitrogenada, apresentando decréscimo linear.

Um dos parâmetros mais afetados pela aplicação das doses de nitrogênio nos porta-enxertos foi a sobrevivência dos porta-enxertos. Pode-se verificar que nas dosagens maiores, o percentual de mudas que sobreviveram foi em média 16,2 %. (Figura 2). Pereira et al. (2011) faz uma observação que os excessos de sais retidos nos recipientes pode ter sido um dos principais fatores limitantes à expansão do sistema radicular, absorção de água e sais minerais, culminando com o ressecamento da parte aérea e morte da planta, em porta-enxerto de pitombeira (*Talisia esculenta* Radlk).

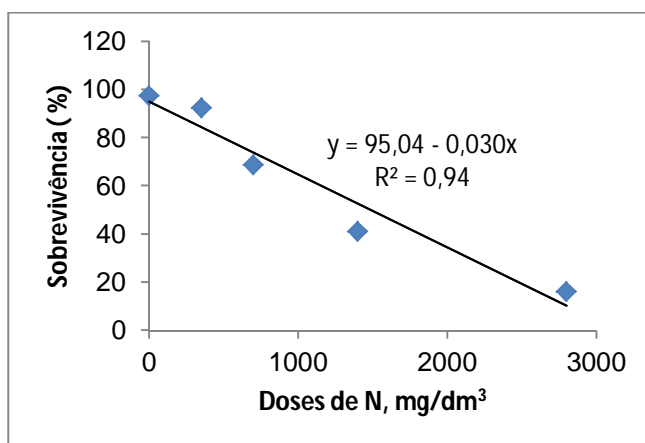


Figura 2. Sobrevivência de porta-enxerto de umbuzeiro(%) em função de doses de nitrogênio. Sousa, PB. 2011.

Observa-se uma relação inversa entre as doses do adubo e o diâmetro do caule que indica um aspecto desfavorável para a produção de porta-enxerto (Figura. 4). A utilização da adubação nitrogenada em cobertura em porta-enxerto de pitombeira (*Talisia esculenta* Radlk) proporcionou um decréscimo em diâmetro do colo, sendo atingido o maior valor na ausência da adubação nitrogenada (PEREIRA et al., 2011). Para

Melo (1999), o diâmetro do caule é uma característica morfológica do porta-enxerto que determina o ponto de enxertia e o sucesso do pegamento do processo de formação de mudas. De Carlos Neto et al. (2002) verificaram queda da altura dos porta-enxertos de citros com a utilização de elevadas dosagens de N ($3200 \text{ mg N dm}^{-3}$).

Os resultados de pesquisas apresentados a seguir relacionam o comprimento da parte aérea e diâmetro do caule com doses de N, aplicadas em substratos, para a produção de porta-enxerto de umbuzeiro. Deve-se também observar os níveis de pH em que os autores realizaram os experimentos.

Melo et al.(2005) trabalhando com umbuzeiro, afirmam que o ganho médio do comprimento da parte aérea das mudas (12,52 cm), foi obtido na dose 98 kg/ha (49 mg.dm^{-3}) de N. As condições do solo no seu experimento era levemente ácida (pH 6,0). Cavalcanti et al.(2002) avaliando a variável diâmetro do caule (mm) aos 105 dias de vida das plantas, observaram o valor de 2,18 mm na dose máxima para 150 kg.ha^{-1} ou (75 mg.dm^{-3} para N).

Neves et al.(2007) trabalhando com solo a pH 4,9, mas realizando calagem visando a elevação da saturação por bases a 80%, encontraram resposta quadrática e valores máximos para o comprimento da parte aérea das plantas (49,68 cm) na dose de 272 mg.dm^{-3} de N. O diâmetro do caule foi de 0,57 cm.

Lacerda et al.(2009) em experimento com umbuzeiro utilizando substratos ácidos (pH entre 4,1 e 5,28) e sem realizar calagem, aplicaram doses crescentes de nitrogênio. Seus resultados mostram que houve variação quadrática para o comprimento da parte aérea e diâmetro do caule.

Verificou-se ainda, que os autores usaram doses bastante elevadas de N, e mesmo na dose 4500 mg.dm^{-3} de N, cujos valores obtidos foram relativamente baixos, as plantas responderam em diâmetro (0,87 cm) e próximo a 47,11 cm no comprimento da parte aérea, valores bastante significativos em relação aos três experimentos anteriores.

Resultados diferentes foram encontrados neste experimento, em condições de solo com pH alcalino (Tabela 1), onde na dose de 2800 mg.dm^{-3} de N, foi obtido apenas 0,24 cm e 20 cm, respectivamente, para o diâmetro do colo e comprimento da parte aérea; valores estes, muito inferiores dos encontrados por Lacerda et al.(2009) (Figuras 3 e 4).

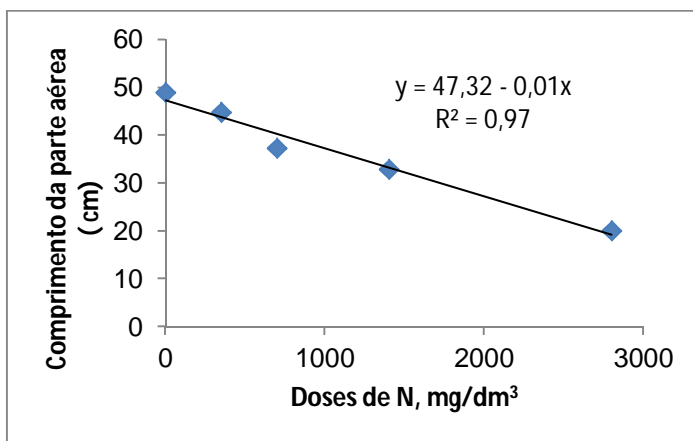


Figura 3: Comprimento da parte aérea(cm) de porta-enxerto de umbuzeiro em função de doses de nitrogênio. Sousa, PB. 2011.

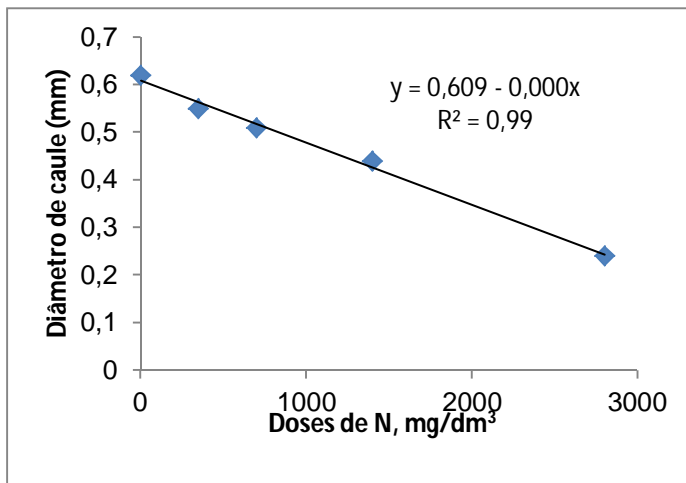


Figura 4: Diâmetro do caule (mm) de porta-enxerto de umbuzeiro e nitrogênio. Sousa-PB, 2011.

Pode-se, portanto, induzir pela análise dos experimentos anteriores, que o umbuzeiro responde melhor a uma adubação nitrogenada e com valores elevados, em solos com pH ácido, e que a calagem ou a alcalinidade elevada, pode concorrer para um desbalanceamento entre nutrientes presentes no solo, fazendo com que o nitrogênio responda em doses mínimas, aquém de suas potencialidades. Deve-se salientar que para o cajueiro gigante, outra planta da família *anacardiaceae*, recomenda-se a utilização de adubações nitrogenadas em cobertura em dose de até 2000 mg/dm⁻³ de N para a produção de porta-enxerto (MENDONÇA et al. 2010).

Plantas de dendezeiro apresentaram anormalidade durante cultivo, sob condições de alta concentração de amônio e pH alcalino

no meio que rodeia o adubo. Tais circunstâncias podem levar ao acúmulo de nitrito, que é tóxico para as plantas (PEÑA e BELTRAN, 1975; HAUCK e STEPHENSON, 1965 apud MALAVOLTA, 1981). Enfatiza-se que estas condições citadas anteriormente, encontravam-se presentes no experimento ora discutido.

Primavesi (2009) analisa os desequilíbrios entre nutrientes vegetais do seguinte modo: o aumento de adubos amoniacais diminuem no tecido vegetal os teores de K, Ca e Mg. Mas, por outro lado, sabe-se que doses maiores de nitrogênio exigem proporções mais próximas com o potássio e o fósforo. Desse modo, o que importa não é a quantidade de um elemento, mas sua proporção com os demais, inclusive os que se encontram no solo e que não foram adicionados. Sabe-se que uma deficiência pode ser induzida pelo excesso de outro elemento. Portanto, se um elemento está em condições de induzir a deficiência de outro, deve haver um desequilíbrio grave e talvez a toxidez do elemento em excesso, ou seja, cada excesso de um nutriente equivale à deficiência de outro.

Os resultados apresentados anteriormente enfatizam porque houve um decréscimo linear em todas as variáveis estudadas durante o experimento quando se elevaram as doses da adubação nitrogenada, e a relação estabelecida com o pH do substrato a que os porta-enxertos de umbuzeiro foram submetidos.

Verificou-se ainda, com base na análise de variância (Tabela 1), que houve diferença significativa para as fontes de adubos, em relação às variáveis sobrevivência e comprimento da parte aérea das mudas, cujos resultados estão evidenciados na Tabela 3.

Tabela 3: Efeito de cada fonte de nitrogênio sobre a sobrevivência e comprimento da parte aérea de porta-enxerto de umbuzeiro. Sousa-PB, 2011.

fonte	dose	Sobrevivência(%)	CPA(cm)
SAM	0	95,0	48,2
	350	90,0	41,9
	700	87,5	43,3
	1400	55,0	44,3
	2800	22,5	27,5
	MEDIA	70,0	41,1
UREIA	0	100	49,7
	350	95,0	47,6
	700	50,0	31,2
	1400	27,5	21,5
	2800	10,0	12,5
	MEDIA	56,5	32,5
MEDIA GERAL		63,2	36,8

O sulfato de amônio, quando comparado à uréia, possibilitou um acréscimo em sobrevivência e altura dos porta-enxertos de 19,3% e 21%, respectivamente, para ambas variáveis, (Figuras 5 e 6).

No entanto, Neves et. al.(2007), trabalhando com umbuzeiro, utilizando sulfato de amônio e uréia, em doses de N até 560 mg.dm⁻³ não relatou diferença significativa entre as duas fontes. Pereira et al.(2011), afirma que a utilização da adubação nitrogenada promoveu efeito significativo para o diâmetro do caule, comprimento da parte aérea e massa seca da parte aérea, independente da utilização de sulfato de amônio ou uréia.

Malavolta (1981) afirma que a uréia pode sofrer hidrólise, e tal reação neste adubo consome íons hidrogênio (H⁺), provocando

aumento localizado do pH do solo, na região próxima do local de aplicação.

A análise do pH de amostras de solos efetuada após quinze dias de incubação, mostrou variação do pH do solo, ocorrido após a aplicação dos fertilizantes. No caso da uréia, o pH do solo aumentou de 6,9 para 8,4, não havendo variação significativa para o pH do solo não adubado (MATTOS JÚNIOR et al., 2002).

Os adubos nitrogenados minerais, devido a sua solubilidade, apresentam índice salino, isto é, tem a tendência de aumentar a pressão osmótica da solução do solo em relação a do suco celular, o que pode causar “queima” da semente ou da raiz, dano permanente e até a morte da planta, quando se põe altas doses na proximidade das mesmas. No caso da uréia possui índice salino de 75, contra 69, apresentado pelo sulfato de amônio. (MALAVOLTA, 2006).

As observações anteriores podem explicar porque a adição de uréia ao substrato contribuiu para a redução da sobrevivência de plantas. Este adubo acidificando menos o solo faz com que a quantidade disponível de nitrogênio aumente no substrato. O “excesso” de nitrogênio, em função do pH do substrato (Tabela 1) trouxe como consequência o desequilíbrio nutricional e o efeito depressivo observado nos resultados, somado aos danos pela reação salina do adubo.

O fornecimento em excesso de N, de acordo com Tolley-Henry e Raper (1986), provoca na planta o declínio na atividade fotossintética, de modo que tal atividade pode atingir níveis abaixo daqueles adequados à demanda da respiração das plantas; com isto,

começa a haver degradação de compostos orgânicos nitrogenados, que passam a ser usados como fonte de energia, levando ao acúmulo de amônio e à redução no crescimento e produção e, por último, intensificando o efeito de concentração.

Martinez et al.(1999) apresentam uma curva que relaciona o crescimento e a produção das culturas e o teor dos nutrientes em seus tecidos, e está dividida em cinco estágios: o primeiro e segundo compreendem as regiões de deficiência, onde o aumento do suprimento de determinado nutriente resulta em aumento no crescimento e produção. Outras duas regiões denominadas de adequação e de luxo, em que o aumento do suprimento de um determinado nutriente não é acompanhado por aumento no crescimento ou produção. O quinto e último estágio, ou região de toxidez caracteriza-se por decréscimo no crescimento e produção, quando se aumenta o fornecimento de um dado nutriente. Esta curva pode indicar que as doses determinadas no experimento, em função do pH alcalino do solo, foram elevadas para o umbuzeiro.

Um dado deve ser ressaltado na pesquisa: a massa fresca e seca da parte aérea e massa seca do xilopódio não sofreram influência quanto às doses dos adubos testados no experimento, não ocorrendo o mesmo com a massa fresca do xilopódio (Figura 5).

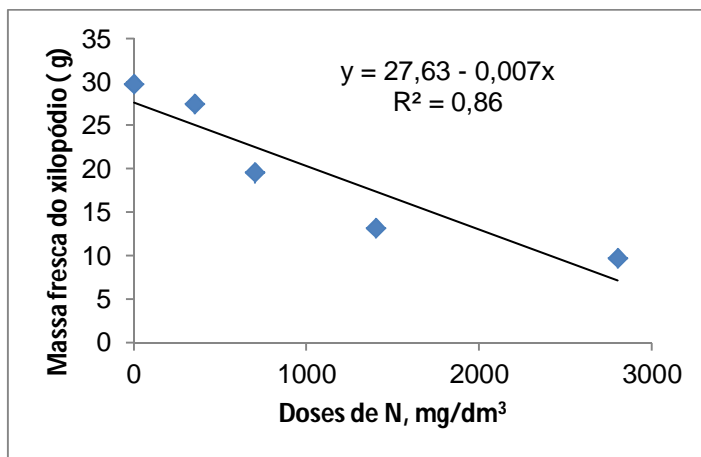


Figura 5: Massa fresca do xilopódio porta-enxerto de umbuzeiro em função de doses de nitrogênio. Sousa-PB, 2011.

Isto relaciona o efeito salino dos adubos sobre a planta, que reduziu a absorção de água, mostrando que a raiz tem um dispositivo que mesmo em condições extremas de pressão osmótica por parte do solo, continua absorvendo a mesma quantidade de solutos e enviando água para a parte aérea. Resultados diferenciados obtiveram Peixoto e Carvalho (1996), em maracujazeiro amarelo, em que o aumento das doses de N, proporcionaram maior produção na massa seca da parte aérea; no entanto, Souza et al. (2007) trabalhando com a mesma cultura verificaram efeito depressivo no crescimento de mudas, em doses superiores a 2000 mg. dm⁻³. Do mesmo modo, Mendonça et al. (2006) em mamoeiro Formosa, obtiveram efeito quadrático para a adubação nitrogenada, com a dose máxima de 1545 mg N.dm⁻³. Porém, na produção de mudas de mamoneira, o sistema radicular foi

menos sensível às altas concentrações de nitrogênio do que a parte aérea, pois apenas doses superiores a 180,18 mg. kg⁻¹ de N promoveram efeitos negativos no crescimento da raiz, enquanto a parte aérea foi afetada independentemente da dose aplicada.

3.2 Adubação Potássica

Ao contrário dos resultados do nitrogênio não houve diferença significativa para as fontes de adubo potássico (Tabela 4), embora se saiba que o cloreto de potássio tem um excesso relativo de Cl.

Tabela 4: Resumo da análise de variância na utilização de adubação potássica na produção de porta-enxerto de umbuzeiro(*Spondias tuberosa*). Sousa- PB, 2011

FV	GL	Quadrado Médio						
		SOB	CPA	DC	MFPA	MFX	MSPA	MSX
BLOCO	3	1971,3*	1218,2*	0,15*	567,7*	1261,5*	21,08*	5,7*
FONTE	1	3,0ns	126,4ns	0,03ns	60,2ns	109,4ns	2,6ns	3,2ns
DOSE	4	3263,5*	663,2*	0,05*	130,4ns	710,8*	1,1ns	1,7ns
FONTE/DOSE	4	1024,2ns	165,6ns	0,02ns	72,9ns	266,9ns	8,4ns	3,8ns
Resíduo	27	398,0	100,2	0,01	75,8	135,1	3,2	1,5
CV%		25,5	23,0	18,9	37,8	39,2	27,7	32,7
MÉDIA		78,2	43,5	0,6	23,0	29,6	6,5	3,7
GERAL								

ns* respectivamente efeito não significativo e significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade

Nota: SOB-sobrevivência; CPA-comprimento da parte aérea; DC-diâmetro do caule;MFPA-massa fresca da parte aérea; MFX-massa fresca do xilopódio; MSPA-massa seca da parte aérea; MSX-massa seca do xilopódio.

O íon sulfato contém o enxofre que as culturas necessitam em proporções maiores que o cloro, além disso, o índice salino do sulfato de potássio (46,1), é menos da metade que o do cloreto de potássio (116,3); espera-se, então, que o cloreto de potássio represente maior

risco para a planta (MALAVOLTA, 1981). Porém, deve-se chamar a atenção que o cloreto de potássio possui 10% de K_2O a mais que o sulfato de potássio, o que reduz a dose do primeiro adubo e pode ter ajudado a equilibrar os danos causados às plântulas. Havia um entendimento geral de que as raízes absorvem sulfato muito mais lentamente que cloreto; porém experimento realizado com cevada verificou que a taxa de absorção de potássio foi a mesma, estando presente como cloreto ou sulfato (EPSTEIN e HAGEN, 1952 apud EPSTEIN e BLOOM, 2006). Além disso, Troeh e Thompson (2007) afirmam que solos naturalmente com pH 6,5 – 7,5), provavelmente não necessitam de fertilização com potássio. Pela Tabela 1, verifica-se que o pH era alcalino, e nesta condição houve a saturação com potássio, tanto para o cloreto, como para o sulfato de potássio.

A adubação potássica independente da fonte, promoveu um efeito significativo pelo teste F, para a sobrevivência, comprimento da parte aérea, diâmetro do caule e massa fresca do xilopódio do porta-enxerto de umbuzeiro. Observou-se que houve um decréscimo linear, ou seja, o aumento das doses de potássio contribuíram numa relação inversa para quatro das variáveis estudadas. Não se detectou diferença para as variáveis massa fresca e seca da parte aérea e massa seca do xilopódio.

De modo oposto, Paula et al.(2007), verificaram que todas as variáveis estudadas em experimento com porta-enxerto de tamarindo (*Tamarindus indica* L.), mostrou diferença significativa e obedeceu ao modelo quadrático para doses de K.

A mortalidade das plântulas (Figura 6) foi menos afetada do que no experimento com doses de nitrogênio (Figura 2). Na última dose, a sobrevivência manteve-se em torno de 60 % .

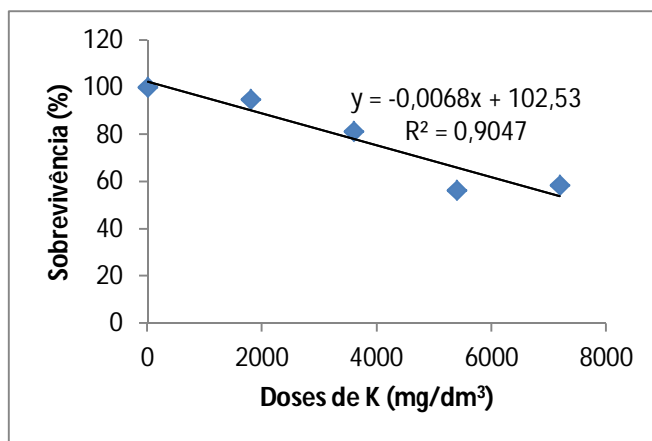


Figura 6: Sobrevivência de porta-enxerto de umbuzeiro em função de doses de potássio. Sousa- PB, 2011.

No trabalho de Neves et. al (2007), o aumento das doses de K até o nível de 187 mg.dm⁻³ as mudas de umbuzeiro responderam em comprimento da parte aérea (47,7 cm). Em doses superiores a esta, as plantas apresentaram menor crescimento, relacionado, possivelmente, ao excesso de K aplicado nas doses mais altas. Já para o diâmetro do caule das mudas do umbuzeiro, o K aplicado ao solo apresentou efeito negativo, em que com o aumento das doses houve uma redução linear dessa variável. Provavelmente, nas doses mais altas, o potássio foi absorvido e, devido a sua alta mobilidade na planta, foi translocado para as folhas, apresentando-se como tóxico às mesmas.

Paula et al. (2007) verificaram em tamarindo que o comprimento da parte aérea teve valor máximo (42,09 cm) quando aplicada a dose de 3.810 mg.dm⁻³ de sulfato de potássio, e o diâmetro do caule obteve valor máximo de 3,73 mm, quando utilizada a dosagem de 4.200 mg.dm⁻³ do mesmo adubo.

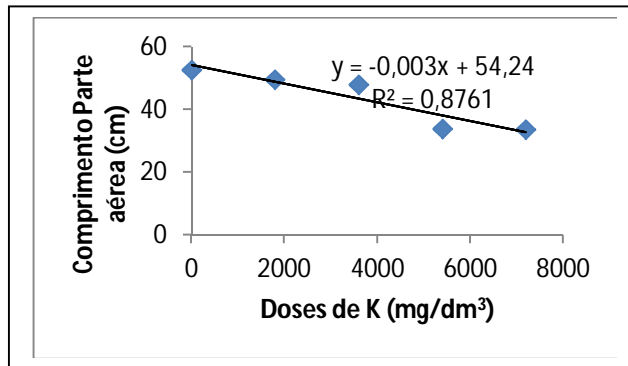


Figura 7: Comprimento da parte aérea (cm) de porta-enxerto de umbuzeiro em função de doses de potássio. Sousa- PB, 2011.

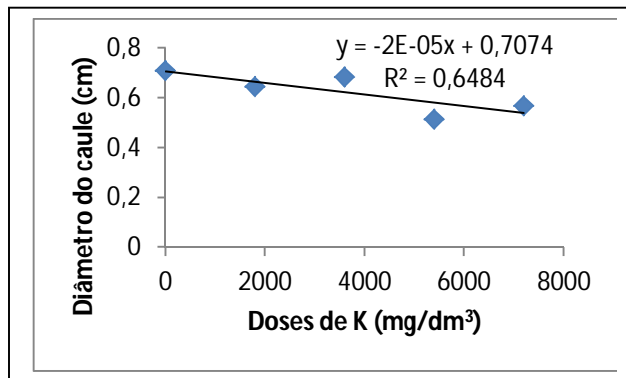


Figura 8: Diâmetro do caule (mm) de porta-enxerto de umbuzeiro em função de doses de potássio. Sousa-PB, 2011.

Troeh e Thompson (2007) fazem as seguintes afirmações: solos bem drenados naturalmente ácidos em que tenham sido usado calcário, provavelmente possuem menos potássio disponível que outros naturalmente neutros; isto, em consequência da fixação pela calagem, e que a taxa de liberação do potássio não trocável é reduzido pela presença de mais íons de cálcio. Esta fixação é limitada a solos contendo argilas 2:1. Pesquisadores descobriram que a liberação de potássio é mais rápida em solos com pH baixo que em altos e a liberação do potássio de posições não trocáveis é muito mais lenta em solos que contém Ca^+ . Castro et al. (2005) seguem o mesmo raciocínio e concordam que o cálcio em baixas concentrações, aumenta a absorção de potássio. Penteado (2010) afirma que em vários solos, apesar da boa disponibilidade de potássio, há excesso de magnésio, tornando a relação Mg/K muito alta, prejudicando a absorção de potássio, portanto recomenda a aplicação de calcário calcítico, para melhorar o desempenho do potássio.

Com base na afirmação anterior, pode-se evidenciar que o mesmo fenômeno ocorrido com a adubação nitrogenada, pode ter acontecido com a adubação potássica, ou seja, o umbuzeiro responde melhor a adubação com potássio em solos com acidez acentuada. No experimento de Neves et al. (2007) foi usada a calagem para elevar a saturação por bases, e o calcário continha magnésio, o que limitou a expressão do potássio adicionado. No experimento ora discutido, a alcalinidade no solo era acentuada, (Tabela 1), e ainda segundo Troeh e Thompson (2007) solos naturalmente com pH (6,5 – 7,5), provavelmente não necessitam de fertilização com potássio; este fato

necessariamente levou os níveis de potássio para uma condição de excesso. A localização de K-adubo em relação ao sistema radicular é uma das razões para redução na população de plantas. Os sais de K, por sua solubilidade, quando usados em doses elevadas aumentam demasiadamente a pressão osmótica da solução do solo nas proximidades do local de aplicação.

Verificou-se queda acentuada na massa fresca do xilopódio do umbuzeiro, quando as doses de potássio aumentaram, revelando que a adubação potássica comprometeu o desenvolvimento dos porta-enxertos. O modelo linear apresentou-se com melhor tendência para expressar estes dados (Figura 9).

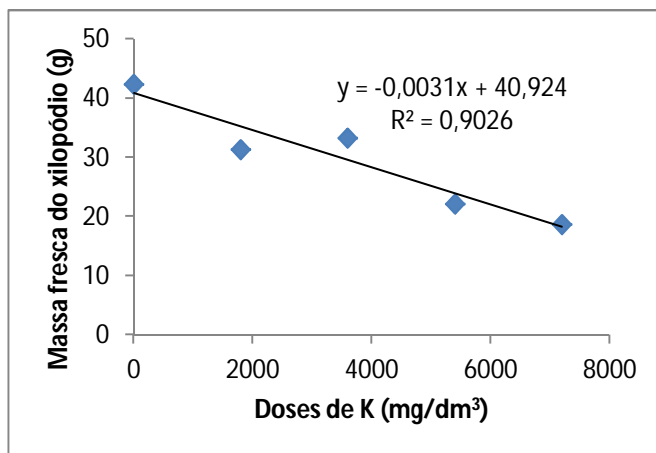


Figura 9: Massa fresca do xilopódio de porta-enxerto de umbuzeiro em função de doses de potássio. Sousa-PB, 2011

Mendonça et al. (2007) pesquisando efeito de adubo potássico e fosfatado em porta-enxerto de sapotizeiro (*Manilkara zapota* (L.) von Royen) verificaram que a massa seca da raiz ajustou-se a um

modelo de comportamento quadrático, tendo resposta significativa apenas com aplicações de cloreto de potássio, sendo que na dose máxima de 2.110 mg.dm^{-3} o porta-enxerto obteve 1,74 g de massa seca de raiz.

Ainda no trabalho de Neves et al (2007), as raízes apresentaram aumento da massa seca até a dose 229 mg.dm^{-3} de K, com acentuada redução a partir dessa dose. Por ser uma planta adaptada a condições de estresse hídrico e o mecanismo dessa adaptação estar localizado nas raízes, essa parte do umbuzeiro foi menos prejudicada nas maiores doses de K. Os mesmos autores verificaram, ainda, que 61% da MS das mudas do umbuzeiro foram alocadas no sistema radicular.

É importante observar que mesmo bem nutrido em K, o umbuzeiro concentrou a maior parte dos compostos orgânicos fotoassimilados no sistema radicular. A produção de MS das raízes, mesmo nas doses que proporcionaram redução de produção, foi menos prejudicada, que a produção de massa seca do caule e das folhas, devido a uma maior adaptação das raízes em conviverem com concentrações salinas mais elevadas (NEVES, 2003).

4. CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi conduzido, as doses testadas, tanto para o N, quanto para o K, foram prejudiciais ao desenvolvimento dos porta-enxertos do umbuzeiro. Desta forma, existe a possibilidade que o fornecimento de nutrientes ao substrato tenha elevado a concentração das fontes de adubos do ensaio a níveis tóxicos, comprometendo as variáveis que estavam sendo analisadas.

As informações técnicas, que se dispõe atualmente, são incipientes para a produção de porta-enxertos, havendo a necessidade da realização de trabalhos adicionais que venham elucidar a exigência desta frutífera em relação à adubação.

3. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. C. **Produção, qualidade de frutos e teores foliares de nutrientes no maracujazeiro amarelo em resposta à adubação potássica.** UFV, Viçosa, 2001. Tese (Doutorado), 103 f.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; PERES, L. E. P. **Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática**, 1ª ed., Piracicaba: Editora Ceres, 2005. 651 p.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. L. Emergência e crescimento do imbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Cam.) em diferentes substratos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 49, n. 282, p. 97-108, 2002.

DECARLOS NETO, A. **Adubação e nutrição nitrogenada de porta-enxerto de citros, semeados em tubetes.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000. Dissertação (mestrado) 131 f.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas.** NUNES, M. E. T. (trad.), Londrina: Editora Planta, 2006. 403 p.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental.** 14 ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000. 477p.

GONZAGA NETO, L.; LEDERMAN, I. E.; BEZERRA, J.E.F. Estudo de enraizamento de estacas de umbuzeiro (*S. tuberosa*, Arr. Cam.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 11, n. 1, p. 31-33, 1989.

LACERDA, J. S.; PEREIRA, W. E.; DIAS, T. J.; FREIRE, J. L. O.; BRITO NETO, J. F.; COSTA, D. S.; OLIVEIRA, C. J. Avaliação do crescimento de porta-enxertos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) em substratos adubados com nitrogênio e boro. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6,n. 2, p. 519-531, 2009.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. RiMa, São Carlos, 2000. 528 p.

LOPES, W. F. **Propagação assexuada de cajá (*Spondias mombin* L.) e cajá-umbu (*Spondias spp.*) através de estacas**. Areia, 1997. Monografia, 47 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de Química Agrícola: Adubos e adubação**, Ceres, São Paulo, 1981. 595 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Ceres, São Paulo, 2006, 638 p.

MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. B. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Ed). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**, Viçosa-MG, 1999, 359 p.

MATTOS JÚNIOR,D.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. Perdas por volatilização do Nitrogênio fertilizante aplicado em pomares de citros. **Revista Laranja**, Cordeirópolis, v. 23, n.1, p. 263-270, 2002.

MELO, A. S. **Efeito de N, P e K sobre o desenvolvimento inicial e a nutrição foliar da aceloreira (*Malpighia puniceifolia* L.)** 1999. Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 1999. Dissertação(mestrado), 81 f.

MELO, A. S.; GOIS, M. P. P.; BRITO, M. E B.; VIÉGAS, P. R. A.; ARAÚJO, F. P.; MELO, D. L. M. F.; MENDONÇA, M. C. Desenvolvimento de porta-enxertos de umbuzeiro em resposta à adubação com nitrogênio e fósforo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p.324-331, 2005.

MENDONÇA, V.; CORRÊA, F. L.O.; PIO, R.; RUFINI, J. C. M.; CARRIJO, E. P.; RAMOS, J. D. Superfosfato simples e cloreto de potássio na formação de porta-enxerto de sapotizeiro (*Manilkara zapota* (L.) von Royen). **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 140-146, 2007

MENDONÇA, V.; PEDROSA, C.; FELDBERG, N. P.; ABREU, N. A. A.; BRITO, A. P. F.; RAMOS, J. D. Doses de nitrogênio e superfosfato simples no crescimento de mudas de mamoeiro “Formosa”. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1065-1070, 2006.

MENDONÇA, V.; TOSTA, M. S.; MENDONÇA, L. F. M.; BISCARO, G. A.; FREITAS, P. S. C.; PEREIRA, E. C.; LEITE, G. A. Doses crescentes de nitrogênio sobre o crescimento inicial de porta-enxertos de cajueiro gigante. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 3, n. 8, p. 95-103, 2010.

NEVES, O.S.C.; CARVALHO, J.G. de; FERREIRA, E.V. de O.; ASSIS, R. P. Nutrição mineral, crescimento e níveis críticos foliares de cálcio e magnésio, em mudas de umbuzeiro, em função da calagem, **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 6, p. 575-583, 2008.

NEVES, O.S.C.; CARVALHO, J.G. de; FERREIRA, E.V. de O.; PEREIRA, N.V. Crescimento, nutrição mineral e nível crítico foliar de K em mudas de umbuzeiro, em função da adubação potássica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.3, p.636-642, 2007.

NEVES, O.S.C.; CARVALHO, J.G.; FERREIRA, E.V. de O.; PEREIRA, N.V.; NEVES, V. B. F. Efeito da adubação nitrogenada sobre o crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas de umbuzeiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, UFRPE, Recife, v.2, n. 3, p. 200-207, 2007.

NEVES, O. S. C. **Nutrição mineral e crescimento de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), em solução nutritiva, em função de níveis de salinidade.** 2003. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003. Dissertação (Mestrado), 70 p.

PAULA, Y. C. M.; MENDONÇA, V.; GÓES, G. B.; LIMA, A. S.; MEDEIROS, L. F.; BATISTA, T. M. V. Doses de sulfato de potássio na produção de porta-enxerto de tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.). **Revista Agrarian**, Dourados, v. 2, n. 5, p. 71-79, 2009.

PENTEADO, S. R. **Adubação na agricultura ecológica: cálculo e recomendação da adubação numa abordagem simplificada**, 2ª ed., Campinas-SP: Via Orgânica, 2010. 168 p.

PEREIRA, E. C.; DANTAS, L. L. G. R.; ALMEIDA, J. P. N.; MENDONÇA, L. F. M.; MENDONÇA, V. Fontes e doses de nitrogênio na produção de porta-enxertos de pitombeira (*Talisia esculenta* Radlk). **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 3, p. 197-202, 2011.

PRIMAVESI, A. **Manejo Ecológico do Solo: a agricultura em regiões tropicais**, São Paulo: Nobel, 549 p. 2009.

RODRIGUES, H. C. A.; CARVALHO, S. P.; SOUZA, H. A.; CARVALHO, A. A. Cultivares de mamoneira e adubação nitrogenada na formação de mudas., **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 32, n. 3, p.471-476, 2010.

SANTOS, A. C. V. **Produção de mudas Florestais**. Niterói: Programa Rio Rural, 2008. Manual Técnico, 06, 20 f.

SILVA, H.; SILVA, A. Q.; OLIVEIRA, A. R.; CAVALCANTE, F. B. Algumas informações pomológicas do umbuzeiro da Paraíba.II. Características tecnológicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9. 1987, Campinas, SP. **Resumos...** Campinas: SBF, v. 1, p. 691-696, 1987.

SOUZA, H. A.; MENDONÇA, V.; ABREU, N. A. A.; TEIXEIRA, G. A.; GURGEL, R. L. S.; RAMOS, J. D. Adubação nitrogenada e

substratos na produção de mudas de maracujazeiro doce. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 599-604, 2007.

TOLLEY-HENRY, L.; RAPER, C. D. Utilization of ammonium as a nitrogen source. **Plant Physiology**, Maryland, v. 82, n. 1, p. 54-60, 1986.

TROEH, F. R.; THOMPSON, L. M. **Solos e fertilidade do solo**, 6^a ed., São Paulo: Andrei, 693 p., 2007.

CAPÍTULO III

ADUBAÇÃO FOSFATADA NA PRODUÇÃO DE PORTA- ENXERTOS DE UMBUZEIRO (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)

RESUMO

O fósforo é um dos elementos vitais na transferência de energia nos seres vivos, sobretudo, nos vegetais. As regiões semiáridas, típicas do Nordeste brasileiro usualmente são mais ricas desse elemento. No entanto, as fruteiras nativas dessa região, sobretudo o umbuzeiro (*Spondias tuberosa*), estão limitadas às áreas de baixa disponibilidade de nutrientes e déficit hídrico, contribuindo na redução do seu potencial produtivo. Desse modo, conhecer as exigências nutricionais e as quantidades adequadas de fertilizantes fosfatados, na fase inicial de desenvolvimento desta espécie, é uma das estratégias para estabelecer-se um programa racional e eficiente de nutrição para o umbuzeiro. O experimento foi instalado e conduzido em um viveiro telado, tipo sombrite (50%), situado no Perímetro Irrigado de São Gonçalo, em Sousa-PB. Foram testadas duas fontes e cinco doses de fertilizante fosfatados: fosfato monoamônio (MAP) nas doses de P_2O_5 : 0; 1100, 2200, 3300, 4400 $mg.dm^{-3}$ de substrato, e superfosfato simples nas doses de P_2O_5 : 0, 450, 900; 1350 e 1800 $mg.dm^{-3}$ de substrato. A resposta à adubação fosfatada utilizando MAP foi quadrática, sendo a dose 2.200 $mg.dm^{-3}$ de P_2O_5 a que apresentou maior altura com 66,1 cm. O ensaio comprovou que doses de superfosfato simples não mostrou diferença significativa para a variável sobrevivência das plantas, neste tipo de substrato. A massa fresca da parte aérea e da raiz apresentaram máximas produções para a dose 1800 $mg.dm^{-3}$ de P_2O_5 , 42,5 g e 46,9 g respectivamente. Para a massa seca da parte aérea, a dose 1350 $mg.dm^{-3}$ de P_2O_5 , possibilitou que as mudas de umbuzeiro atingissem sua máxima produção (9,74 g); o mesmo não ocorrendo com a massa seca do xilopódio que expressou sua maior massa (9,1 g) na dose aplicada de 450 $mg.dm^{-3}$ de P_2O_5 .

Palavras-chave: adubação, fosfato monoamônio, superfosfato simples, umbuzeiro.

CHAPTER III

EFFECT OF PHOSPHATE FERTILIZER ON THE GROWTH OF SEEDLINGS OF *Spondias tuberosa* Arr. Cam.)

ABSTRACT

Phosphorus is one of vital element in the energy transfer in living things, especially in vegetable. The semiarid, typical region of northeastern Brazil is usually richer this element. However, the native fruits of this region, especially umbu tree (*Spondias tuberosa*) are limited to areas of low availability of nutrients and water deficit, contributing to reduce its productive potential. Thus, knowing the nutritional requirements and adequate amounts of phosphate fertilizers in the initial development of this kind, is one of strategies to establish a rational and efficient program of nutrition for the *S. tuberosa*. The experiment was conducted in a nursery and greenhouse, shade type (50%) located in the irrigation district of São Gonçalo, Sousa-PB. We tested two sources of phosphate fertilizer, monoammonium phosphate (MAP) at doses of P_2O_5 : 0, 1100, 2200, 3300, 4400 $mg.dm^{-3}$ substrate, and superphosphate in five doses of P_2O_5 : 0, 450, 900, 1350 e 1800 $mg.dm^{-3}$ substrate. The response to fertilization using MAP was quadratic, and the dose 2.200 $mg.dm^{-3}$ P_2O_5 had the greatest height with 66.1 cm. The test showed that doses of superphosphate showed no significant difference for the variable survival of plants, in this type of substrate. The fresh weight of shoot and root showed maximum production for 1800 $mg.dm^{-3}$ de P_2O_5 , 42.5 g e 46.9 g respectively. For the dry matter of shoots, the dose 1350 $mg.dm^{-3}$ de P_2O_5 , made it possible for umbu seedlings reached its maximum production, which does not occur with the dry mass of xylopodium who expressed its larger mass (9.1 g) applied at a dose of 450 $mg.dm^{-3}$ P_2O_5 .

Keywords: fertilization, monoammonium phosphate, superphosphate, umbu tree

1. INTRODUÇÃO

O fósforo é um dos elementos que participa ativamente do metabolismo das plantas, associado a todas as fases de crescimento, através da transferência de energia. Sua interação com os constituintes do solo, sobretudo Al, Fe e Ca, sua ocorrência em formas orgânicas e sua lenta taxa de difusão na solução do solo, tornam o fósforo o nutriente menos prontamente disponível na rizosfera (ARAÚJO e MACHADO, 2006).

Dentre os três macronutrientes primários, é o nutriente mais abundante na litosfera, porém é o menos exigido em quantidades pelas plantas. Os compostos fosfatados mais comumente encontrados fazem parte do grupo das apatitas. Os solos brasileiros apresentam áreas enormes deficientes de P disponível às plantas; isto explica o uso de grandes quantidades de fertilizantes fosfatados, cujo suprimento de fósforo para a sua fabricação constitui-se num recurso natural não-renovável.

As regiões semiáridas, típicas do Nordeste brasileiro usualmente são mais ricas desse elemento, que as de mesma textura de regiões úmidas (MELLO et al., 1983). No entanto, as fruteiras nativas dessa região, sobretudo o umbuzeiro, *Spondias tuberosa*, estão limitadas às áreas de baixa disponibilidade de nutrientes e déficit hídrico, contribuindo na redução do seu potencial produtivo. Porém, devido ao crescente interesse dos consumidores por frutos tropicais, aliado ao número cada vez maior de indústrias de processamento e da

demanda de frutos com sabores exóticos pelos mercados internacionais, provavelmente haverá um aumento nas áreas de plantio dessa espécie.

A expansão potencial de áreas plantadas com umbuzeiro, exigirá grande número de mudas, com qualidade comprovada. Dessa forma, o uso de fertilizantes fosfatados adicionados ao substrato, para melhoria da qualidade das mudas, é fato comprovado, sendo o rendimento máximo do vegetal obtido pela escolha da dose exata a ser utilizada (SANTOS, et al., 2008).

Deve-se atentar para o sistema de produção de mudas, pois segundo Matiello et al.(2008), deve proporcionar não somente um bom desenvolvimento das mudas no viveiro, como também no campo. Deficiência em fósforo contribui para que a planta apresente sistema radicular pouco desenvolvido, reduzindo a absorção de água e nutrientes. Sabe-se que se a planta não receber uma dose suficiente de P na fase inicial de sua vida, seu desenvolvimento no futuro fica seriamente comprometido, mesmo que depois receba este nutriente nas doses recomendadas (GRANT, 2001).

Desse modo, conhecer as exigências nutricionais do umbuzeiro, desde a sua fase inicial de desenvolvimento e associá-las à aplicação de quantidades adequadas de fertilizantes fosfatados, é uma das estratégias para estabelecer-se um programa racional e eficiente de nutrição para a espécie.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido no IFPB-Campus Sousa, em um viveiro telado, tipo sombrite (50%), situado no Perímetro Irrigado de São Gonçalo, em Sousa-PB. O local tem coordenadas geográficas de 6°45'33'' latitude Sul e 38°13'41'' longitude Oeste, com uma temperatura média anual de 27°C, umidade relativa de 61% e precipitação média anual de 725 mm.

As sementes de umbuzeiro foram obtidas de plantas localizadas nos municípios de Junco, Juazeirinho e Soledade, no Cariri Paraibano. Inicialmente, os frutos foram processados numa máquina agroindustrial para extração da polpa; os endocarpos foram colocados sobre papel jornal por 15 dias para secagem à sombra. As sementes foram colocadas para germinar em tubetes, contendo areia quartzosa como substrato. Após a germinação, quando as plântulas apresentavam um par de folhas definitivas, foram transplantadas para sacos de polietileno com dimensões de 20 x 11 x 10 cm, com capacidade para 2,1 L de substrato.

O substrato a ser utilizado no enchimento dos sacos foi à base de esterco bovino + solo, na proporção de 1:3 (v/v), e apresentou as seguintes características:

Tabela 1: Análise de fertilidade do solo utilizado na formação do substrato no experimento. Sousa-PB, 2011

pH	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+Al ⁺³	MO	V
H ₂ O					mg.dm ⁻³			g.kg ⁻¹	%
7,7	20	258	41	820	267	0,0	3	9,26	96

Foram testadas duas fontes de fertilizante fosfatados em cinco doses: fosfato monoamônio (MAP) nas doses de P_2O_5 : 0, 1100, 2200, 3300 e 4400 $mg.dm^{-3}$ de substrato, e superfosfato simples nas doses de P_2O_5 : 0, 450, 900, 1350 e 1800 $mg.dm^{-3}$ de substrato), aplicados ao substrato, por ocasião do enchimento dos sacos, realizando o transplante em seguida.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 4 repetições e dez plantas por parcela, totalizando 400 plantas.

Quando os porta-enxertos encontravam-se com 100 dias de crescimento, após o transplante, foram avaliadas as características: sobrevivência dos porta-enxertos (%), comprimento da parte aérea (cm), diâmetro do colo (mm), relação comprimento da parte aérea e diâmetro de colo, massa seca do xilopódio (g/muda), massa seca da parte aérea (g/muda), massa seca total (g/muda).

O comprimento da parte aérea (H) foi determinada com régua graduada, a partir do nível do substrato até a ponta da última folha; o diâmetro do coleto (DC) foi medido com paquímetro ao nível do substrato. Utilizando balança de precisão foram efetuadas as determinações da massa fresca da parte aérea (MFPA) e do xilopódio (MFX), bem como, a massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do xilopódio (MSX), obtidas a partir do material seco em estufa ($65^{\circ}C$ por 72 h). A massa seca total (MST) foi a soma dos pesos citados.

Os resultados foram obtidos submetidos à análise de variância e as médias dos dados qualitativos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% e para as médias dos dados quantitativos foi empregada a análise de regressão conforme recomendações de Gomes (2000).

As análises de variância e de regressão foram feitas com o auxílio do programa estatístico Sistema para Análise de Variância - SISVAR (FERREIRA, 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se diferença significativa apenas para a variável comprimento da parte aérea das plantas de umbuzeiro nas diferentes doses de fósforo aplicadas na forma de fosfato monoamônio (Tabela 2)

Tabela 2: Resumo da análise de variância na utilização de adubação fosfatada (MAP) na produção de porta-enxerto de umbuzeiro(*Spondias tuberosa*). Sousa-PB, 2011.

FV	GL	Quadrado Médio						
		SOB	CPA	DC	MFPA	MFV	MSPA	MSX
BLOCO	3	246,6n	136,0*	2,9*	140,9n	282,8*	10,8nε	5,6ns
DOSE	4	320,0n	190,7*	0,3ns	111,1n	144,3n	12,1nε	2,4ns
Resíduo	12	213,3	36,1	0,5	44,6	76,1	4,4	3,1
CV%		16,4	10,1	9,4	18,7	26,2	25,0	40,8
MÉDIA GER		89,0	59,1	7,5	35,6	33,3	8,4	4,3

ns* respectivamente efeito não significativo e significativo pelo teste f ao nível de 5% de probabilidade

Nota: SOB-sobrevivência; CPA-comprimento da parte aérea; DC-diâmetro do caule;MFPA-massa fresca da parte aérea; MFV-massa fresca do xilopódio; MSPA-massa seca da parte aérea; MSX-massa seca do xilopódio

O MAP fornece N e P₂O₅ às plantas e tem efeito acidulante pela presença do NH₄⁺ que ao sofrer nitrificação causa o aparecimento de H⁺ (MALAVOLTA, 1981). Este aumento da acidez do solo, nas dosagens utilizadas, deve ter auxiliado a expressão do N presente no adubo e se refletido no aumento da parte aérea em doses elevadas de P₂O₅.

Pelos resultados apresentados na Figura 1, a resposta da altura de planta à adubação fosfatada foi quadrática, sendo a dose 2.200 mg.dm⁻³ de P₂O₅ a que apresentou maior comprimento da parte aérea (66,1 cm).

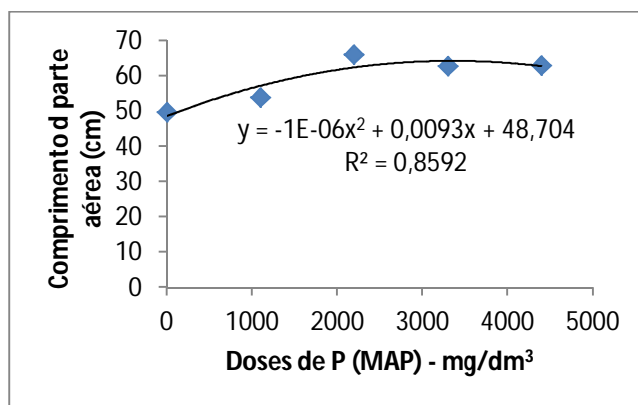


Figura 1: Comprimento da parte aérea de mudas de umbuzeiro em função de doses de fósforo (MAP) Sousa-PB, 2011

Neves et al. (2008) trabalhando com umbuzeiro, utilizando a mesma fonte em solo ácido, em que foi efetuada a calagem, alcançaram para o diâmetro do caule 7,22 mm para a dose 250 mg.dm⁻³ de P₂O₅ e comprimento máximo da parte aérea de 46,66 cm na dose de 289 mg.dm⁻³ de P₂O₅, a partir da qual houve decréscimo à medida que se aumentaram as doses.

Resende et al.(1999), elevando o pH de um solo para 6,0, através da calagem e avaliando doses de fósforo em aroeira e aroeirinha, duas plantas da mesma família *anacardiaceae* encontraram em aroeira, altura da planta de 51,26 cm na dose 533 mg.dm⁻³ de P₂O₅ e em aroeirinha 54,75cm na dose 225 mg.dm⁻³ de P₂O₅. Enquanto que o diâmetro do caule alcançou 5,77 mm na dose 452,62 mg.dm⁻³ de P₂O₅ para a aroeira e 9,95 mm na dose 377,35 mg.dm⁻³ de P₂O₅ para a aroeirinha.

Este mesmo autor afirma que estas espécies, no maior nível de P adicionado, a fração que permaneceu disponível para absorção pelas plantas esteve aquém do suprimento ideal para expressão do máximo potencial de crescimento dessas espécies.

A calagem em um solo ácido pode ajudar a aliviar a deficiência de fósforo, porém a calagem sozinha, não é o bastante para fazer um solo deficiente em fósforo fornecer este elemento em quantidade adequada; é mais provável influenciar apenas a quantidade de fósforo que deve ser adicionada ao solo (TROEH e THOMPSON, 2007).

Este comentário dos autores ajuda a entender porque a calagem não fez com que a adubação fosfatada respondesse em doses mais elevadas e com aumento na altura das plantas e diâmetro do caule nos experimentos de Neves et al. (2008) e Resende et al. (1999), visto que pela Figura 1, alcançou-se um maior comprimento da parte aérea em resposta a uma resposta da adubação com fósforo mais acentuada, sem realizar calagem.

Os resultados comprovaram que doses de superfosfato simples tiveram influência significativa para as variáveis estudadas: comprimento da parte aérea, diâmetro do caule, massa fresca e seca da parte aérea e massa fresca e seca do xilopódio. Entretanto, não mostrou diferença para sobrevivência de plantas (Tabela 3)

Tabela 3: Resumo da análise de variância na utilização de adubação fosfatada (SS) na produção de porta-enxerto de umbuzeiro(*Spondias tuberosa*). Sousa- PB, 2011.

FV	GL	Quadrado Médio						
		SOB	CPA	DC	MFPA	MFX	MSPA	MSX
BLOCO	3	66,6ns	157,4n	1,7ns	198,6n	305,0n	12,3ns	59,3ns
DOSE	4	82,5ns	976,3*	4,9*	503,0*	759,2*	26,2*	25,0ns
Resíduo	12	62,5	73,8	0,7	66,3	133,6	4,1	20,4
CV%		8,4	15,0	11,5	25,0	32,2	26,7	75,5
MÉDIA GEF		94,0	57,1	7,2	32,5	35,8	7,6	6,0

ns* respectivamente efeito não significativo e significativo pelo teste f ao nível de 5% de probabilidade

Nota: SOB-sobrevivência; CPA-comprimento da parte aérea; DC-diâmetro do caule;MFPA-massa fresca da parte aérea; MFX-massa fresca do xilopódio; MSPA-massa seca da parte aérea; MSX-massa seca do xilopódio

O superfosfato simples fornece ao solo P, Ca e S. O máximo comprimento da parte aérea (69,1 cm) foi obtido na dose 1350 mg.dm⁻³ de P (Figura 2). Isto pode ser explicado porque o umbuzeiro, responde ao aumento das doses de P aplicada ao solo, influenciando significativamente os teores foliares de Ca, Mg e S, e não influencia os teores de N e K nestas folhas (NEVES et al., 2008). No entanto, resultados contrariam a explicação anterior, quando se afirma que doses crescentes de P faz decrescer a absorção de S pela parte aérea, além de induzir falta de Ca na solução do solo. Estes fenômenos ocorrem tanto pela precipitação do elemento como fosfato insolúvel, quanto pelo efeito inibidor do NH₄⁺ na absorção do cálcio (ADAMS,1966 apud MALAVOLTA, 1981).

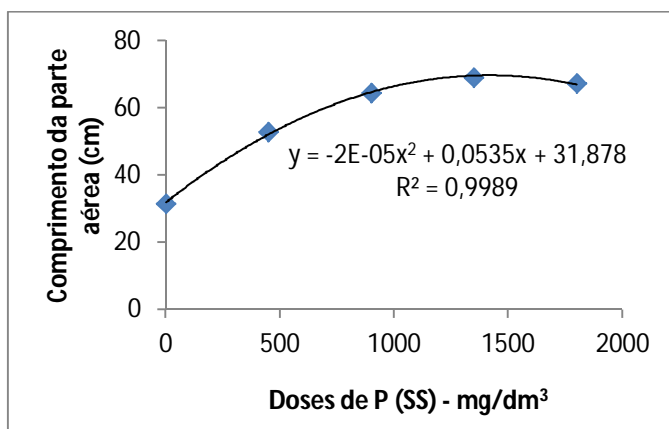


Figura 2: Comprimento da parte aérea de mudas de umbuzeiro em função de doses de fósforo (SS) Sousa-PB, 2011

O diâmetro do caule apresentou seu maior tamanho (8,39 mm) na dose 1800 mg.dm⁻³ de P (Figura 3). Este é um aspecto que deve ser considerado na produção de porta-enxerto, pois é uma das características desejáveis, principalmente para a produção de mudas por enxertia. Neves et al. (2008) trabalhando com doses de P obteve o máximo diâmetro (7,2 mm) na dose 250 mg.dm⁻³ de P, a partir da qual o aumento das doses levava ao decréscimo de diâmetro. Estas doses menores podem ser explicadas pela calagem usada pelo autor, pois esta prática favorece o aproveitamento do fósforo do solo, mas em consequência, à medida que se aumenta a dose de calcário aplicada, há a redução das necessidades em fósforo e podem ser estabelecidas relações de substituição entre fósforo e calcário. (RAIJ, 1991).

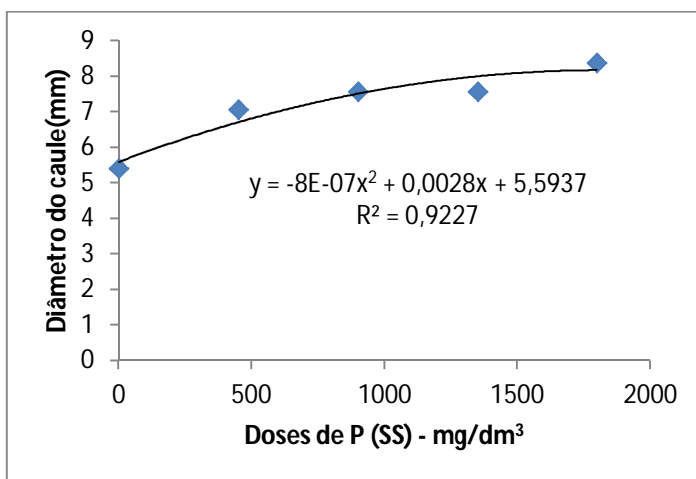


Figura 3: Diâmetro do caule (mm) de mudas de umbuzeiro em função de doses de fósforo (SS) Sousa-PB, 2011

Vanin et al. (2011), em experimento com marmeleiro japonês (*Chaenomeles sinensis*) concluíram que a utilização de 5 kg.m⁻³ de superfosfato simples proporcionou incremento de 13,2 cm no comprimento médio dos porta-enxertos em relação à testemunha, alcançando 102,5 cm. Porém, com essa dosagem do adubo fosfatado, atingiu-se apenas 6,65 mm aos 180 dias após o transplântio. O ponto ótimo para o marmeleiro japonês estar apto para receber o enxerto é com diâmetro pelo menos com 7 mm (PIO et al., 2007).

Dantas et al. (2010), observaram que o crescimento da parte aérea em pinheira (*Annona squamosa* L.) ajustou-se ao modelo quadrático, atingindo ponto máximo de 25,85 cm, obtido com a utilização de superfosfato triplo na dose 5, 19 kg. m⁻³. O diâmetro do caule nesta cultura não apresentou diferença significativa.

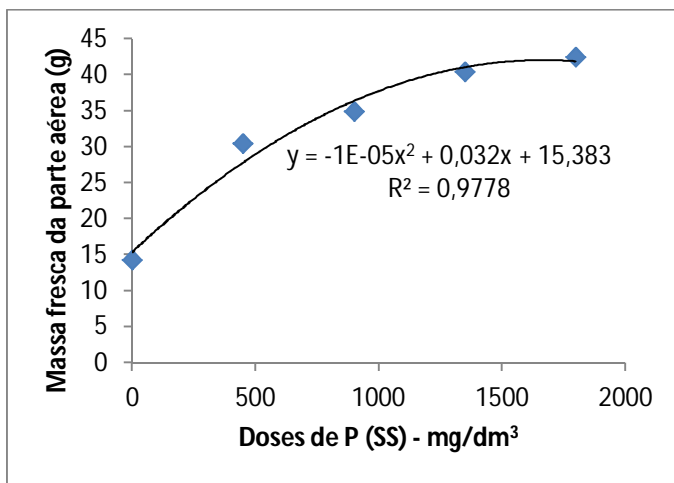


Figura 4: Massa fresca da parte aérea de mudas de umbuzeiro em função de doses de fósforo (SS) Sousa-PB, 2011

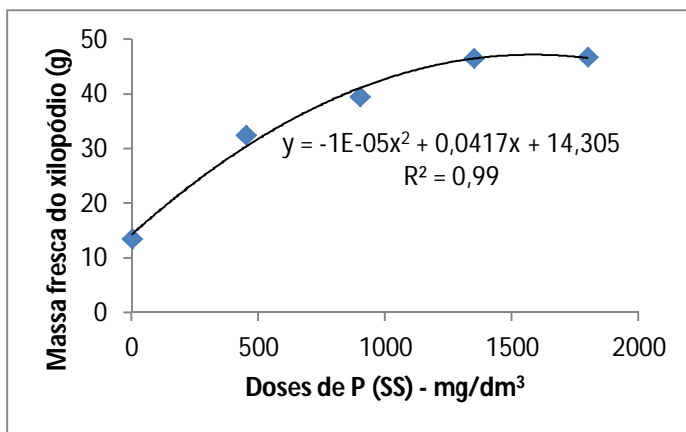


Figura 5: Massa fresca do xilopódio de mudas de umbuzeiro em função de doses de fósforo (SS) Sousa-PB, 2011

A massa fresca da parte aérea e do xilopódio apresentaram máximas produções para a dose 1800 mg.dm⁻³ de P₂O₅, 42,5 g e 46,9 g respectivamente (Figuras 4 e 5).

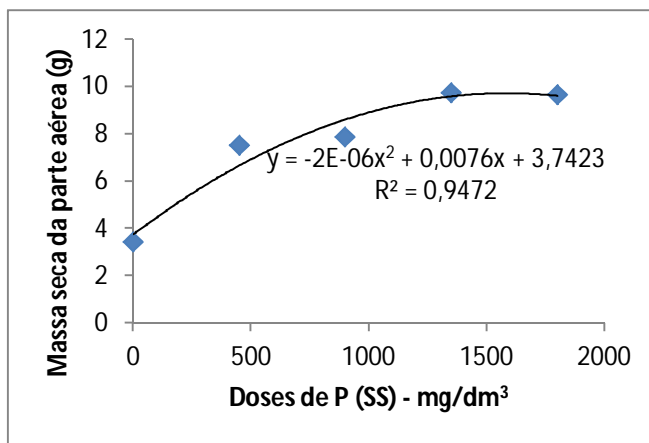


Figura 6: Massa seca da parte aérea de mudas de umbuzeiro em função de doses de fósforo (SS). Sousa-PB, 2011

Resende et al. (1999) estudando o crescimento inicial de espécies florestais da família *Anacardiaceae* como aroeira (*Lithraea molleoides* e aroeirinha *Schinus terebinthifolius* e realizando calagem, verificou que estas espécies mostram que mesmo no maior nível de P₂O₅ adicionado, a fração que permaneceu disponível para absorção pelas plantas esteve aquém do suprimento ideal para expressão do máximo potencial de crescimento dessas espécies, principalmente como no caso da produção de matéria seca de raízes e da parte aérea da aroeira que atingiu 90% da produção máxima com uma dose de 800 mg.dm⁻³ de P₂O₅. Vanin (2011), verificou que em marmeleiro japonês a massa seca da parte aérea (13,83 g) e da raiz (6,7 g) se

ajustaram a uma equação quadrática, obtendo esses melhores resultados com a utilização de 5 kg. m^{-3} de superfosfato simples. Do mesmo modo que o experimento anterior, o crescimento do porta-enxerto da pinheira apresentou comportamento quadrático, e segundo Dantas et al. (2010), a dose de $5,79 \text{ kg.m}^{-3}$ de substrato a que proporcionou a melhor quantidade de MSPA (2,13 g). Resultado similar pela adequação quadrática da curva, foi obtido por Mendonça et al., (2007), na formação de porta-enxerto de sapatizeiro na qual obteve o melhor valor de MSPA com a adição de $5,15 \text{ kg.m}^{-3}$ de superfosfato simples.

4. CONCLUSÃO

Com base nos resultados deste trabalho, pode-se concluir que:

A aplicação de fósforo na forma de fosfato monoamônio (MAP) influenciou significativamente apenas o comprimento da parte aérea do umbuzeiro com dose máxima de 2200 mg.dm^{-3} de P_2O_5 .

O superfosfato simples teve influência em diversas variáveis analisadas, sendo a dose 450 mg.dm^{-3} de P_2O_5 a que proporcionou melhor desenvolvimento para o xilopódio, enquanto o maior crescimento da parte aérea ocorreu na dose 1800 mg.dm^{-3} de P_2O_5 .

5. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C. T. T. Fósforo. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição Mineral de Plantas**, SBCS, Viçosa, 2006, 432 p.

DANTAS, D. J.; MENDONÇA, V.; MEDEIROS, E. V.; GÓES, G. B.; DANTAS, D. J. Superfosfato triplo no crescimento inicial de porta-enxerto de pinheira (*Annona squamosa* L.). **Revista Verde**, Mossoró, v. 5, n. 3, p. 231-236, 2010.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. P. 255-258.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 14 ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000, 477 p.

GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. A. Importância do fósforo na desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agrônomicas**, n. 95, Piracicaba, Potafos, 2001, 16 p

MALAVOLTA, E. **Manual de Química Agrícola: Adubos e adubação**, Editora Ceres, São Paulo, 1981, 595 p.

MATIELLO, J. B.; GARCIA, A. W.; ALMEIDA, S. R. **Adubação racional na lavoura cafeeira**, Varginha, 2008, 114 p.

MEDEIROS, E. V.; CARVALHO NETO, R. A.; MENDONÇA, V.; JESUS, D. D.; MELO, J. K. H.; RODRIGUES, F. A. Superfosfato triplo e substrato alternativo na produção de mudas de mamoeiro. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 2, p. 55-62, 2009.

MELLO, F. A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C.; ARZOLLA, S. SILVEIRA, R. I, NETTO, A. C.; KIEHL, J. C. **Fertilidade do Solo**, São Paulo, Nobel, 1983.

MENDONÇA, V.; CORRÊA, F. L.O.; PIO, R.; RUFINI, J. C. M.; CARRIJO, E. P.; RAMOS, J. D. Superfosfato simples e cloreto de potássio na formação de porta-enxerto de saptizeiro (*Manilkara zapota* ((L.) von Royen). **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 140-146, 2007

NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G.; OLIVEIRA, E. V.; NEVES, V. B. F. Crescimento, nutrição mineral e nível crítico foliar de P em mudas de umbuzeiro, em função da adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 30, n.3, p.801-805, 2008.

PIO, R.; CAMPO DALL'ORTO, F. A.; ALVARENGA, A. A.; ABRAHÃO, E.; CHAGAS, E. A.; SIGNORINI, G. Propagação do marmeleiro 'japonês' por estaquia e alporquia realizadas em diferentes épocas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 570-574, 2007.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do Solo e Adubação**, Piracicaba, Ed. Ceres, 1991.

RESENDE, A. V.; FURTINI NETO, A. E.; MUNIZ, J. A.; CURI, N.; FAQUIN, V. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 11, p. 2071-2081, 1999.

SANTOS, R. A.; TUCCI, C. A. F.; HARA, F. A. S.; SILVA, W. G. Adubação fosfatada para a produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, n. 3, 2008.

TROEH, F. R.; THOMPSON, L. M. **Solos e fertilidade do solo**, 6ª ed., São Paulo: Andrei, 2007.

VANIN, J. P.; BETTIOL NETO, J. E.; CURI, P. N.; MOURA, P. H. A.; MENDONÇA, V. Superfosfato simples e adubos nitrogenados na formação do porta-enxerto de marmeleiro 'japonês'. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 3, p. 160-167, 2011.

CAPÍTULO IV

MÉTODOS DE ENXERTIA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE UMBUZEIRO (*Spondias tuberosa*. Arr. Cam.)

RESUMO

Diversas causas têm provocado o desaparecimento da variabilidade genética do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). Dentre elas estão o desmatamento de grandes áreas e o desconhecimento em se conviver ambientalmente com o semiárido nordestino. Deste modo, torna-se necessário implementar um programa de propagação visando a preservação desta espécie. O presente trabalho teve por objetivo obter informações sobre os melhores métodos de enxertia para obtenção de mudas vigorosas de umbuzeiro. O experimento foi instalado e conduzido em um viveiro telado, tipo sombrite (50%), situado no Perímetro Irrigado de São Gonçalo, em Sousa-PB. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas no tempo estando nas parcelas os cinco métodos de enxertia (borbulhia; garfagem no topo; garfagem lateral; inglesa simples e inglesa complicada) e nas subparcelas, os 4 períodos de avaliação, sendo cada unidade experimental constituída por 15 plantas. As plantas foram enxertadas aos 100 dias após o transplante, quando atingiram 7-9 mm de diâmetro do caule. Os métodos de enxertia e a época de avaliação para o umbuzeiro diferiram estatisticamente. O teste de Tukey a 5%, para o percentual de enxertos brotados, apontou a garfagem no topo e a inglesa simples com o maior número de brotações (58,5%). O método inglesa complicada ficou num nível intermediário de enxertos brotados (45%), enquanto que a garfagem lateral apresentou apenas o percentual de 13,3% de brotações ocorridas no epíbio. A borbulhia não apresentou nenhuma brotação até o tempo especificado para análise do experimento. Enquanto o número de brotações no método “inglesa complicada” ocorre em maior quantidade até os quinze dias de avaliação; nos demais métodos, verifica-se que as brotações no enxerto vão aumentando, alcançam o ponto máximo aos 30 dias

Palavras-chave: fruticultura, propagação vegetativa, enxertia, umbuzeiro

CHAPTER IV

GRAFTING METHODS FOR SEEDLING PRODUCTION OF *Spondias tuberosa* Arr. Cam.

ABSTRACT

Several causes have led to the disappearance of the genetic variability of umbu tree (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). Among them are livestock farming and frequent practice to live in ignorance and environmentally with the semi-arid Northeast. Thus, it is necessary to implement a program aimed to obtain information about the best methods of grafting to obtain vigorous seedlings of *S. tuberosa* in Northeastern Brazil. The experiment was conducted in a nursery and greenhouse, shade type (50%) located in the irrigation district of São Gonçalo, Sousa-PB. The experimental design was randomized blocks with four replications in a split-plot in time to the plots being the five treatments (budding, cleft graft, stub graft, whip graft and tongue graft) and the plots, the four periods evaluation, each experimental unit consists of 15 plants. The plants were grafted to 100 days after transplantation, and reached 7-9 mm in diameter of the stem. The grafting and the time of evaluation for *S. tuberosa* differ significantly. The Tukey test at 5% for the percentage of shooting grafts, the grafting pointed at the cleft graft and whip graft with the highest number of shoots (58.5%). The method tongue graft showed an intermediate level of shooting grafts (45%), while the stub graft showed only 13.3 % of percentage of shoots occurred in scion. The budding showed no sprouting until the time specified for analysis of the experiment. While the number of shoots in the method tongue graft occurs in greater amount to fifteen day trial, the other methods, it appears that the graft shoots grow, reaching its peak at 30 days.

Keywords: Fruit culture, vegetative propagation, grafting, umbu tree

1. INTRODUÇÃO

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), por ser uma planta endêmica do bioma Caatinga, possui larga adaptação climática e rusticidade, além de apresentar grande potencial econômico. Os frutos, desta planta, apresentam uma porção succulenta, rica em carboidratos e ácido ascórbico, com percentual satisfatório em polpa, características desejáveis para a industrialização.

Diversas causas têm provocado não só a diminuição da coleta extrativista destas plantas, como também o desaparecimento da variabilidade genética, podendo considerar-se este gênero com espécies silvestres vulneráveis e forte tendência ao risco de extinção (MORALES e VALOIS, 1994). Portanto, necessita-se de um programa de propagação para incrementar a preservação desta espécie.

Deste modo, torna-se necessário procurar meios para multiplicar esta espécie, em escala de se promover um reflorestamento maciço, de forma a sanar este perigo de extinção. Embora a maioria das informações disponibilizadas pela pesquisa, seja ainda incipiente, para dar resposta aos aspectos gerais da cultura e envolver toda a complexa condição ambiental a que está submetido o umbuzeiro, sabe-se que a antecipação no período da frutificação por métodos assexuados é um fato promissor para esta espécie. A produção de mudas de umbuzeiro utilizando estacas de ramos, não é uma técnica nova nessa cultura, no entanto, apresenta limitações pela má formação do sistema radicular.

A enxertia é capaz de promover a redução do período de juvenilidade, fazendo com que as plantas antecipem o período de frutificação. De acordo com Mendes (1990), tratando-se de mudas de pé franco de umbuzeiro, o início da frutificação ocorre após dez anos de idade, enquanto que plantas obtidas pelo método de enxertia por garfagem, floresceram por volta do quarto ano de idade.

O potencial do uso da enxertia é enorme. Esta técnica possui eficácia em manter materiais genéticos com elevado potencial produtivo, garantir a uniformização do pomar e padronizar a produção, trazendo maior qualidade de mudas para o mercado. O umbuzeiro traz uma adaptação natural do sistema radicular à condição climática e de solo que ocorre no semiárido nordestino, e uma das vantagens de ensaio com enxertia, é possibilitar o uso do sistema radicular desta espécie para enxertos de outras variedades, bem como para outras espécies frutíferas, dentro do gênero *Spondias*. Uma outra possibilidade do uso da enxertia em umbuzeiro, é a renovação dos campos em produção, por substituição de copas, de árvores senescentes.

Portanto, há a necessidade de dominar a técnica de enxertia em umbuzeiro, visando obter informações sobre os melhores métodos, complementar o estudo sobre as fases fenológicas para retirada de propágulos, bem como, o tempo em que ocorre o maior percentual de brotações no enxerto, que se constitui no objetivo deste trabalho.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido em um viveiro telado, tipo sombrite (50%), situado no IFPB-Campus Sousa, no Perímetro Irrigado de São Gonçalo, em Sousa-PB. O local tem coordenadas geográficas de 6°45'33'' latitude Sul e 38°13'41'' longitude Oeste, com uma temperatura média anual de 27°C, umidade relativa de 61% e precipitação média anual de 725 mm.

As sementes de umbuzeiro foram obtidas de plantas localizadas nos municípios de Junco, Juazeirinho e Soledade, no Cariri Paraibano. Inicialmente, os frutos foram processados numa máquina agroindustrial para extração da polpa; os endocarpos foram colocados sobre papel jornal por 15 dias para secagem à sombra.

Posteriormente, as sementes foram colocadas para germinar em tubetes, contendo areia quartzosa como substrato. Após a germinação, quando as plântulas apresentavam um par de folhas definitivas, foram transplantadas para sacos de polietileno com dimensões de 20 x 12 x 10 cm, com capacidade para 2,1 L de substrato. O substrato utilizado no enchimento dos sacos foi à base de esterco bovino + solo, na proporção de 1:3 (v/v). A adubação foi realizada com sulfato de amônio (200 mg N.dm⁻³ de substrato) + cloreto de potássio (500 mg K₂O.dm⁻³ de substrato), dividida em duas doses: uma aplicada por ocasião do preparo do substrato e outra em cobertura para o nitrogênio e potássio, 10 dias após a enxertia. Também foi aplicado ao substrato, quinze dias antes do enchimento

dos sacos, o fertilizante superfosfato simples na dose de 1300 mg $P_2O_5.dm^{-3}$ de substrato.

Os garfos e as borbulhas destinados à enxertia foram retirados de umbuzeiros localizados no município de Seridó-PB, na segunda quinzena de dezembro/2010, quando as plantas estavam na fase fenológica entre a floração e frutificação. O material coletado foi acondicionado em folha de jornal umedecido, colocados em caixas de isopor e transportados ao local onde foi realizada a enxertia.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas no tempo estando nas parcelas os cinco métodos de enxertia (borbulhia; garfagem no topo; garfagem lateral; inglesa simples e inglesa complicada), e nas subparcelas os 4 períodos (que consistiam em avaliações quinzenais durante dois meses), sendo cada unidade experimental constituída por 15 plantas. As plantas foram enxertadas aos 100 dias após o transplante, quando atingiram 7-9 mm de diâmetro do caule. Os métodos de enxertia foram realizados dia 20 de dezembro de 2010, sendo os enxertos protegidos contra o dessecação por meio de saquinho plástico transparente. A retirada do saquinho foi realizada logo após o início da brotação. As mudas de umbuzeiro enxertadas ficaram 60 dias em ambiente coberto com sombrite (50%).

Foram avaliados a cada 15 dias após a enxertia a variável: pegamento dos enxertos (%), que consistiam nos garfos que, além de brotar emitiram número maior de folhas no período estudado. Os garfos de umbuzeiro não apresentam tecidos tenros, e sim, uma casca dura e coloração escura. Portanto, a avaliação e separação de enxertos

dormentes e mortos, sem efetuar corte nos tecidos, seria difícil e sua realização poderia afetar os propágulos. Os enxertos não apresentaram mais que uma brotação no epíbio, durante o período de avaliação; no entanto, várias plantas apresentaram brotação no hipóbio, que eram retiradas.

Os resultados foram obtidos submetidos à análise de variância e as médias dos dados qualitativos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% e para as médias dos dados quantitativos foi empregada a análise de regressão conforme recomendações de Gomes (2000). As análises de variância e de regressão foram feitas com o auxílio do programa estatístico Sistema para Análise de Variância - SISVAR (FERREIRA, 2000).

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os métodos de enxertia e a época de avaliação para o umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) diferiram estatisticamente. A análise do percentual de enxertos brotados, apontou a garfagem no topo e a inglesa simples com o maior número de brotações (58,5%). O método inglesa complicada ficou num nível intermediário de enxertos brotados (45%), enquanto que a garfagem lateral apresentou apenas o percentual de 13,3% de brotações ocorridas no epíbio. A borbulhia não apresentou nenhuma brotação até o tempo especificado para análise do experimento.

Tabela 1: Resumo da análise de variância do experimento de enxertia, na produção de mudas de umbuzeiro(*Spondias tuberosa*). Sousa- PB, 2011.

FV	GL	QM
Tratamento	3	10,1
Bloco	3	36,6
Trat. * Bloco	9	6,5
Rep. (períodos)	3	0,1
Resíduo	45	1,0
Total	63	
CV	61,3	
Média Geral	1,6	

Estas taxas de pagamento dos enxertos (Tabela 2), superam os valores encontrados por Pedrosa et al. (1991) que obtiveram índice de pagamento de 33% para inglesa simples e 30% em garfagem no topo; a borbulhia foi exceção, pois apresentou percentual de 16%.

Tabela 2: Percentagem de enxerto em brotação de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) Sousa-PB, 2011

Método de Enxertia	%
Borbulhia	-
Garfagem no topo	58,5 a
Garfagem lateral	13,3 b
Inglesa simples	58,5 a
Inglesa complicada	45,0 a

Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade



Figura 1: Aspecto da brotação de enxertos em ensaio com umbuzeiro Sousa-PB, 2011

Porém, foram inferiores aos resultados obtidos por Espínola et. al. (2004) aos 45 dias após a enxertia, que alcançaram 100 e 98,5%, respectivamente, de brotação para a garfagem no topo e inglesa

simples; esta redução acentuada no percentual de pegamento de enxertos entre os dados da Tabela 2, e os encontrados por Espínola et. al. (2004, pode relacionar-se em função da fase fenológica em que a planta-matriz se encontrava, já que no experimento ora discutido, os enxertos foram retirados na fase entre a floração e frutificação da planta.

Araújo e Castro Neto (2002) são contrários a esta afirmativa, pois evidenciam que para o umbuzeiro, a oferta de material para a enxertia pode ocorrer em qualquer fase fenológica. Deve-se ressaltar que estes autores trabalharam com os métodos de enxertia somente em cinco fases, de janeiro a setembro em que as plantas apresentavam-se emitindo brotações novas (brotos vegetativos ou primeiros brotos florais) ou estavam em repouso vegetativo, e não avaliaram garfos retirados em dezembro, período entre a floração e frutificação. Entretanto, Souza et al. (2010), em experimento com cajazeira, coletaram garfos para enxertia no período de florescimento de plantas matrizes e obteve percentual de pegamento acima de 70 %, indicando que o período fenológico não teve influência no pegamento dos enxertos.

Avaliação de enxertia, com espécies do gênero *Spondias* sobre porta-enxertos de umbuzeiro, realizada por Araújo et al. (2010), observou que os maiores percentuais de pegamento de enxertos foram verificados em setembro e novembro para as espécies estudadas. Nesta fase as plantas fornecedoras de garfos encontravam-se totalmente sem folhas, passando do período de repouso vegetativo para a fase de início de crescimento de brotos florais.

Ritzinger et al. (2006), avaliando a cajazeira *Spondias mombin* como porta-enxerto de umbu-cajazeira (*Spondias spp.*), verificaram 80% de pegamento para garfagem em fenda cheia e 52% para a garfagem em fenda lateral. Souza (2008) em um ensaio de enxertia de cajazeira sobre porta-enxerto de umbuzeiro, apresentaram 80% para pegamento dos enxertos em fenda cheia, 71 % para fenda lateral e 19% para borbulhia em placa.

Souza et al.(2010) estudando enxertia em cajazeira (*Spondias mombin*) não encontrou diferença significativa para garfagem inglesa simples (89,58%) e fenda lateral (87,50%), porém houve redução no pegamento para fenda cheia (72,91%). Os autores relacionam esta diferença ao material genético propagado, uma vez que as matrizes utilizadas são provenientes de propagação semínifera, resultando em elevada variabilidade, bem como as diferentes espécies do gênero *Spondias* avaliadas.

Deve-se considerar também a elevada variabilidade existente entre cultivares quanto ao pegamento nos diversos métodos de enxertia (HARTMANN et al.,1990). Reis et al. (2010) em ensaio com umbuzeiro, verificaram variação no índice de pegamento dos acessos dentro de uma mesma procedência, cuja variação é atribuída ao material genético.

Os mesmos autores afirmam que a idade da planta em que se coleta dos garfos para a enxertia é de grande importância na cultura do umbuzeiro, pois constataram que plantas de idade menos avançada, com até 20 anos, o índice de pegamento foi superior a 80%, atingindo

os menores valores em plantas senescentes com mais de 80 anos de idade, que apresentam perda de vigor.

Esta pode ser também uma explicação para a baixa brotação dos enxertos, no experimento ora discutido, já que moradores, da localidade onde os garfos foram retirados para enxertia, informaram que as plantas de umbuzeiro eram centenárias.

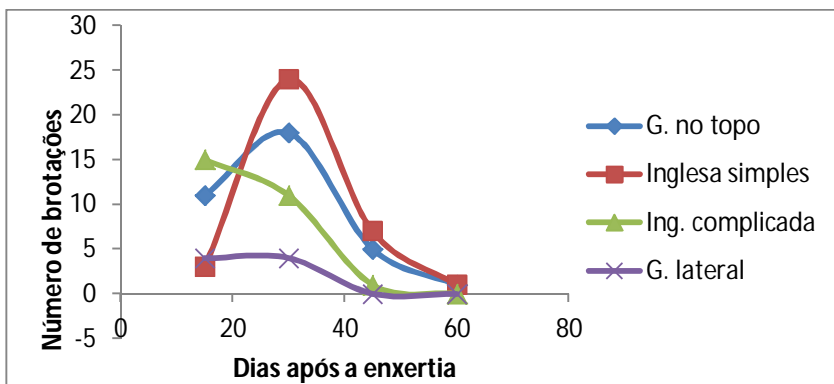


Figura 2: Número de brotações em relação aos dias após a enxertia, nos métodos testados. Sousa- PB, 2011

Observando a Figura 3, verifica-se que o número de enxertos brotados em relação aos dias após a enxertia apresenta diferença significativa. Enquanto o número de brotações no método “inglesa complicada” ocorre em maior quantidade até os quinze dias de avaliação; nos demais métodos, verifica-se que as brotações no enxerto vão aumentando, alcançando o ponto máximo aos 30 dias, e depois há um decréscimo acentuado por volta dos 45 dias, onde a partir desta idade, as brotações tornam-se esporádicas.

Métodos de propagação com cajazeira, realizados por Souza (2007), não apresentaram diferença significativa para o número médio de brotações, avaliado em intervalos de 15 dias, porém houve um aumento progressivo em função dos períodos de avaliação. Porém, no método garfagem lateral houve melhor desempenho aos 120 dias.

O maior incremento no número de brotações de umbuzeiro ocorreu aos 45 dias após a enxertia, com o método inglesa simples, de acordo com os resultados apresentados por Espínola et al. (2004). Ensaio para avaliar os métodos de garfagem no topo e inglesa simples em cupuaçuzeiro, não demonstrou diferença significativa entre os métodos; no entanto, observou-se que na garfagem no topo, ocorre aos 60 dias maior número de brotações juntamente com a morte de alguns brotos (VIEIRA, 2007).

A maior frequência de brotações em enxertos de camu-camu (*Myrciaria dubia*), ocorreu segundo Suguino (2002), para o método em garfagem lateral, no segundo mês após a enxertia; enquanto se observou a partir do terceiro mês de avaliação, uma redução do número de brotações até o final do período de avaliação. Os autores Ferreira e Gentil (1977) realizaram experimento com a mesma cultura, e verificaram, aos 24 dias após a enxertia, que os métodos de garfagem não diferiram significativamente, embora tenha ocorrido uma redução considerável no número de brotações dos enxertos, na última avaliação, 4 meses depois.

4. CONCLUSÃO

A garfagem influenciou no pegamento dos enxertos; os melhores métodos para o umbuzeiro foram a garfagem no topo e inglesa simples, sendo a época de maior brotação aos 30 dias após a enxertia.

Na fase fenológica de retirada dos garfos para a enxertia, não se recomenda os métodos: garfagem lateral e borbulhia.

5. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, F. P.; CASTRO NETO, M. T. Influência de fatores fisiológicos de plantas-matrizes e de épocas do ano no pegamento de diferentes métodos de enxertia do umbuzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal. v. 24, n. 3 p. 752-755, 2002.

ARAÚJO, F. P.; OLIVEIRA, V. R.; MELO, A. S. Avaliação da enxertia de espécies do gênero *Spondias* sobre porta-enxerto de umbuzeiro em diferentes épocas do ano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2010, Natal. Frutos: saúde, inovação e responsabilidade: **Anais...** Natal: SBF, 2010.

ESPÍNOLA, A. C. M.; ALMEIDA, C. C. S.; CARVALHO, N. S. G.; ROZA, M. L. A. Diâmetro do caule e método de enxertia na formação de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) **Revista Brasileira Agrociência**. Pelotas, v. 10, p. 371-372, 2004.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FERREIRA, S. A. N.; GENTIL, D. F. O. Propagação assexuada do camu-camu (*Myrciaria dubia*) através de enxertias do tipo garfagem. **Acta Amazônica**. Manaus, v. 27, p. 163-168, 1977

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 14 ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000. 477 p.

GONDIM, T. M. S.; SILVA, H.; SILVA, A. Q. Período de ocorrência e formação de xilopódios em plantas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) propagadas sexuada e assexuadamente. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Cruz das Almas, v. 13, p. 33-38, 1991.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D.E.; DAVIES, E. T. Jr. **Plant propagation: principles and practices**. 5ª ed. Englewood Cliffs: Prentice – Hall, 1990. 647 p.

MENDES, B. V. **Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.): importante fruteira do semiárido**. Mossoró: ESAM, 1990. 66 p.

MORALES, E. A. V.; VALOIS, A. C. C. **Princípios para conservação e uso de recursos genéticos**. In: CURSO DE CONSERVAÇÃO DE GERMOPLASMA-SEMENTE, Brasília, 1994.

PEDROSA, A. C.; LEDERMAN, I. E.; BEZERRA, J. E. F.; DANTAS, A. P.; GONZAGA NETO, L. Métodos de enxertia do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam) em viveiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 13, n. 1, p. 59-62, 1991.

REIS, R. V.; FONSECA, N.; LEDO, C. A. S.; GONÇALVES, L. S. A.; PARTELLI, F. L.; SILVA, M. G. M.; SANTOS, E. A. Estádios de desenvolvimento de mudas de umbuzeiros propagados por enxertia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 4, p. 787-792, 2010.

RITZINGER, R.; CARVALHO, P. C. L.; LEDO, C. A. S.; SOARES FILHO, W. S.; SAMPAIO, A. H. R. Avaliação da enxertia na propagação da umbu-cajazeira. In: CONGRESSO NRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19., 2006, Cabo Frio. **Anais...** Cabo Frio: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2006. P. 185.

SOUZA, E. P. **Propagação da cajazeira e do umbuzeiro por meio de estaquia, alporquia e enxertia**. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2007. Dissertação (Mestrado), 82 p.

SOUZA, E. P.; MENDONÇA, R. M. N.; SILVA, S. M.; ESTRELA, M. A.; SOUZA, A. P.; SILVA, G. C. Enxertia da cajazeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 316-320, 2010.

SOUZA, F. X. *Spondias* agroindustriais e os seus métodos de propagação. In: SOUZA, F. X.; CAVALCANTI, N. B. Produção, processamento e mercado para *Spondias*. **15ª SEMANA INTERNACIONAL DA FRUTICULTURA, FLORICULTURA E AGROINDÚSTRIA- FRUTAL**. Fortaleza: Instituto **Frutal**, 2008. 86 p. (Coleção Cursos **Frutal**).

SUGUINO, E. Propagação vegetativa do camu-camu (*Myrciaria dubia*) por meio da garfagem em diferentes porta-enxertos da família

Myrtaceae Universidade de São Paulo, Piracicaba, Dissertação (Mestrado), 63 p.

VIEIRA, E. S. **Propagação vegetativa do cupuaçuzeiro por enxertia e estaquia.** Universidade Federal do Recôncavo baiano, Cruz das Almas, 2007. Dissertação (Mestrado), 35 p.