



SAMUEL WANDERLEY REZENDE

**CARACTERIZAÇÃO DE SEMENTES E
PRODUÇÃO DE MUDAS DE CORDIA SUPERBA
EM SISTEMAS HIDROPÔNICO E
CONVENCIONAL COM DIFERENTES
SUBSTRATOS**

**LAVRAS – MG
2014**

SAMUEL WANDERLEY REZENDE

**CARACTERIZAÇÃO DE SEMENTES E
PRODUÇÃO DE MUDAS DE CORDIA SUPERBA
EM SISTEMAS HIDROPÔNICO E
CONVENCIONAL COM DIFERENTES
SUBSTRATOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho

Co-orientador

Silvério José Coelho

**LAVRAS - MG
2014**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Rezende, Samuel Wanderley.

Caracterização de sementes e produção de mudas de *Cordia
superba* em sistemas hidropônico e convencional com diferentes
substratos / Samuel Wanderley Rezende. – Lavras : UFLA, 2014.
67 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.
Orientador: Maria Laene Moreira de Carvalho.
Bibliografia.

1. Babosa-branca. 2. Hidroponia. 3. Arborização. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 635.93387

SAMUEL WANDERLEY REZENDE

**CARACTERIZAÇÃO DE SEMENTES E
PRODUÇÃO DE MUDAS DE CORDIA SUPERBA
EM SISTEMAS HIDROPÔNICO E
CONVENCIONAL COM DIFERENTES
SUBSTRATOS**

Dissertação apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 27 de Outubro de 2014.

Dr. Silvério José Coelho	UFLA
Dr. Valdemar Faquin	UFLA
Dr. Antônio Rodrigues Vieira	EPAMIG

Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho

Orientadora

LAVRAS – MG

2014

À Deus, por estar presente na minha vida me iluminando em todos os momentos.

Aos meus pais, Luiz Wanderley Rezende e Girlene Maria Malta Rezende, pelo apoio e incentivo para a conclusão dessa etapa. Sem vocês não teria chegado até aqui.

Aos meus Irmãos Saulo e Sandila, pela amizade e carinho.

A minha noiva Camila, pelo amor, companheirismo, dedicação e paciência.

Aos meus avós, tias, tios e amigos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À minha Orientadora, Maria Laene Moreira de Carvalho e ao meu Co-Orientador, Silvério José Coelho, pela amizade, paciência, dedicação e ensinamentos durante todos esses anos.

Serei eternamente grato!

À secretária da pós-graduação Marli, pela paciência em nos socorrer nos momentos mais difíceis.

À Universidade Federal de Lavras, ao Departamento de Agricultura, em especial ao Setor Viveiro de Plantas Ornamentais, pela oportunidade oferecida.

À FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus professores, Luiz Gonzaga de Carvalho, Antônio Decarlos Neto, Augusto Ramalho de Moraes, Valdemar Faquin, e Nilton Nagib Chalfun, pela amizade e dedicação. Aprendi muito com vocês!

Aos membros da banca examinadora: Profa. Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho, Prof. Dr. Silvério José Coelho, Prof. Dr. Antônio Rodrigues Vieira e ao Dr. Nilton Nagib Chalfun.

Aos amigos de pós-graduação.

Aos Colegas de Setor Viveiro de Plantas Ornamentais.

À empresa Companhia de Energética de Minas Gerais – CEMIG, pelo apoio e parceria nos experimentos realizados.

Obrigado!

RESUMO

A espécie arbórea *Cordia superba*, vulgarmente conhecida como babosa-branca é uma espécie florestal nativa que possui características fenotípicas compatíveis com a arborização viária. No entanto, para o plantio dessa espécie na malha urbana, são necessárias informações fito- técnicas sobre sua semente e meios de produção de mudas, objetivo do presente trabalho. Nesta pesquisa, sementes da espécie foram submetidas a análises para determinação do teor de água, análises radiográficas, germinação em substrato areia, emergência no sistema “float” modificado, para o cálculo do índice de velocidade de germinação (IVG) e índice de velocidade de emergência (IVE). Após as análises das sementes, deu-se o processo de produção das mudas em sistemas hidropônico e convencional, com diferentes substratos. O sistema hidropônico foi composto por três tratamentos relacionados a diferentes alturas (0, 3cm e 6 cm) de transferência das mudas para solução nutritiva. O sistema de produção convencional foi composto por três tratamentos relacionados ao tipo de substrato utilizado no processo de produção. Em ambos os sistemas foram avaliadas características agrônomicas, como: altura (H), diâmetro de colo (DC), relação altura/diâmetro de colo (H)/(DC) e análise química foliar. Pela análise de imagem, foi possível identificar a poliembrionia e problemas de sementes cheias, vazias e, ou com má formação em sua estrutura interna o que contribui para baixa taxa de germinação. Concluiu-se que o processo de produção de mudas de *Cordia superba* pelo sistema hidropônico com embebição direta das sementes na solução nutritiva apresenta melhores resultados de altura e diâmetro de caule, porém a solução nutritiva utilizada na pesquisa, não atende às necessidades nutricionais de micronutrientes exigidos pela espécie *Cordia superba*. O substrato composto por casca de arroz carbonizada, fibra de coco e vermiculita na proporção volumétrica de 1:1:1, mais adição de 8 kg/m³ do fertilizante Osmocote, apresenta os melhores parâmetros fito-técnicos como altura, diâmetro de caule, área foliar e relação altura/diâmetro de caule, quando comparados aos demais substratos utilizados nesta pesquisa.

Palavras-chave: *Cordia superba*. Germinação. Produção de Mudanças. Sistema Hidropônico. Sistema convencional.

ABSTRACT

The arboreal specie *Cordia superba*, commonly known as aloe-white is a native forest species that has phenotypic features consistent with the street tree, especially under power network. However, this species for planting in the urban area, information is required phyto-technical means of its seed and seedling production, objective of the present work. In this study, seeds of the species were subjected to analysis for water content, radiographic analyzes, germination on sand, emergency in the system "float" modified, to calculate *germination speed index*(GSI) and emergence speed index (ESI).After seed analysis, gave up the production process of the seedlings in hydroponic and conventional systems, with different substrates. The hydroponic system was composed for three treatments related to different heights (0.3 cm and 6 cm) of seedlings transfer to nutrient solution. The conventional production system was composed for three treatments related to the type of substrate used in the production process. Height (H), stem diameter (SD), relation height/stem diameter (H)/(SD) and foliar chemical analysis on both systems and agronomic characteristics were evaluated. For image analysis, it was possible to identify the polyembryony and problems of full and empty seeds, or poor training in their internal structure which contributes to low germination rates. It was concluded that the seedling production process of *Cordia superba* by the hydroponic system by direct soaking of the seeds in nutrient solution performs better results in height and stem diameter, but the nutrient solution used in the research, does not meet the nutritional needs of micronutrients required by *Cordia superba* species. The substrate composed because of carbonized rice, coconut fiber and vermiculite in the volumetric proportion 1: 1: 1, further addition of 8 kg/m³ of Osmocote fertilizer, presents the best phyto-technical parameters such as height, stem diameter, leaf area and relation height/stem diameter when compared with the others substrates used in this research.

Keywords: *Cordia superba*. Germination. Seedling. Production. Hydroponic System. Conventional System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Exemplos de inflorescência (a) Frutos verdes (b) Frutos maduros (c) Sementes de <i>Cordia superba</i> (d).	19
Figura 2	Sementes de <i>Cordia superba</i> com estruturas internas totalmente desenvolvidas: 1, 2 e 3 e sementes com estruturas internas com má formação e/ou com trincas: 4, 5 e 6.....	28
Figura 3	Montagem do Sistema Hidropônico (a) Produção de mudas de <i>Cordia superba</i> no Sistema Hidropônico (b).	31
Figura 4	Germinação de plântulas de <i>Cordia superba</i> no sistema convencional (a) Produção de mudas de <i>Cordia superba</i> no sistema convencional (b).....	35
Figura 5	Análise radiográfica de sementes <i>Cordia superba</i> . (a) sementes totalmente vazias (b) sementes com lóculos cheios e vazios (c) sementes totalmente cheias (d, e, f) cortes das respectivas sementes (a, b, c).	39
Figura 6	Diferentes tamanhos de sementes de <i>Cordia superba</i> evidenciando que a presença de embriões independe do tamanho da semente.	40
Figura 7	Crescimento de mudas de <i>Cordia superba</i> em sistema hidropônico, em função dos diferentes tratamentos aplicados no sistema hidropônico.	44
Figura 8	Diâmetro de caule de <i>Cordia superba</i> em sistema hidropônico, em função dos diferentes tratamentos aplicados no sistema hidropônico.....	45
Figura 9	Sintomas de deficiência nutricional em folhas de babosa-branca (a,b,c). Comparação entre folha normal da planta matriz e folha de muda oriunda do sistema hidropônico (d).	48

Figura 10	Crescimento em altura de mudas de <i>Cordia superba</i> em função dos diferentes substratos.	54
Figura 11	Diâmetro de caule de <i>Cordia superba</i> em função dos diferentes substratos.....	54
Figura 12	Plantas de <i>Cordia superba</i> produzidas em diferentes substratos, aos 8 meses de idade.	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Valores médios de % de germinação - %G, índice de velocidade de germinação – IVG, primeira contagem de germinação – PCG e tempo em dias de germinação após a semeadura – TG de sementes de <i>Cordia superba</i> , submetidas à análise de imagem.	41
Tabela 2	Valores médios de % de emergência de sementes de <i>Cordia superba</i> - %mE, índice de velocidade de emergência – IVG, estande inicial – EI, estande final - EF e tempo em dias de emergência após a semeadura – TE de sementes de <i>Cordia superba</i> , submetidas à análise de imagem.....	42
Tabela 3	Altura e Diâmetro de caule de mudas de <i>Cordia superba</i> produzidas em sistema hidropônico aos 8 meses de idade.....	44
Tabela 4	Teores de macronutrientes nas folhas de babosa-branca cultivada em sistema hidropônico, comparados ao resultado encontrado por Andrade (2010).....	46
Tabela 5	Teores de micronutrientes nas folhas de babosa-branca cultivada em sistema hidropônico, comparados ao resultado encontrado por Andrade (2010).....	46
Tabela 6	Área foliar de plantas de <i>Cordia superba</i> aos 8 meses de idade, produzidas pelo sistema hidropônico.....	50
Tabela 7	Relação entre altura da parte aérea/diâmetro de caule de <i>Cordia superba</i> produzidas em sistema hidropônico aos 8 meses de idade.....	51
Tabela 8	Altura e Diâmetro de caule de mudas de <i>Cordia superba</i> produzidas em diferentes substratos aos 8 meses de idade.	53

Tabela 9	Teores de macronutrientes nas folhas de babosa-branca cultivada em diferentes substratos, comparados ao tratamento completo proposto por Andrade (2010).	56
Tabela 10	Teores de micronutrientes nas folhas de babosa-branca cultivada em diferentes substratos, comparados ao tratamento completo proposto por Andrade (2010).	56
Tabela 11	Área foliar de plantas de <i>Cordia superba</i> aos 8 meses de idade, produzidas pelo sistema convencional com diferentes substratos.....	58
Tabela 12	Relação entre altura da parte aérea e diâmetro de caule de <i>Cordia superba</i> produzidas em diferentes substratos aos 8 meses de idade.....	59

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	Benefícios da arborização urbana	16
2.2	Espécie arbórea nativa - <i>Cordia superba</i> Cham.	18
2.3	Substratos	21
2.4	Cultivo hidropônico	23
3	MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1	Coleta e caracterização das sementes de <i>Cordia superba</i>	26
3.2	Determinação do teor de água das sementes (US)	26
3.2.1	Análise radiográfica	27
3.2.2	Teste de germinação	27
3.2.3	Emergência	28
3.3	Experimento 1: Produção de mudas de <i>Cordia superba</i> pelo sistema hidropônico	29
3.3.1	Sistema hidropônico	29
3.3.2	Produção das mudas	30
3.3.3	Avaliação das características agronômicas: altura de plantas e diâmetro de caule	31
3.3.4	Análise química foliar	31
3.3.5	Área foliar e relação altura da parte aérea/diâmetro de caule	32
3.3.6	Análise dos dados	33
3.4	Experimento 2: Produção de mudas de <i>Cordia superba</i> pelo sistema convencional	33
3.4.1	Substratos	33
3.4.2	Produção das mudas	34

3.4.3	Avaliação das características agronômicas: altura de plantas e diâmetro de caule.....	35
3.4.4	Análise química foliar	35
3.4.5	Área foliar e relação altura da parte aérea/diâmetro de caule	36
3.4.6	Análise dos dados	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1	Caracterização das sementes de <i>Cordia superba</i> - Determinação do teor de água	38
4.1.1	Análise radiográfica	38
4.1.2	Teste de Germinação.....	40
4.1.3	Emergência.....	42
4.2	Experimento 1: Produção de mudas de <i>Cordia superba</i> pelo sistema hidropônico - Altura de plantas e diâmetro de caule	43
4.2.1	Análise química foliar	45
4.2.1.1	Ferro	48
4.2.1.2	Manganês.....	49
4.2.1.3	Zinco	49
4.2.2	Área foliar e relação altura e diâmetro de coleto	50
4.3	Experimento 2: Produção de mudas de <i>Cordia superba</i> pelo sistema convencional - Altura de plantas e diâmetro de caule	51
4.3.1	Análise química foliar	56
4.3.2	Área foliar e relação altura e diâmetro de coleto	57
5	CONCLUSÕES	60
	REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

A arborização urbana traz inúmeros benefícios ao ser humano, contribuindo para melhorar a qualidade de vida e tornar o ambiente urbano, agradável, saudável e possibilitando influências psicológicas positivas na população que nele vive. Vários são os fatores que contribuem para o sucesso da arborização urbana; entre os principais, a produção de mudas de qualidade é um fator que requer primordialmente estudos científicos que possam subsidiar toda cadeia de produção.

No Brasil, existem vários estudos de produção de mudas de espécies florestais como Eucaliptos e Pinus, espécies exploradas comercialmente com a finalidade de se obter madeira, papel e carvão. Existem também estudos sobre espécies florestais nativas destinadas à recuperação de áreas degradadas e/ou recomposição de matas ciliares. Em ambos os casos, as técnicas de produção já estão bem elucidadas e evoluídas. No entanto, quando se trata de produção de mudas de espécies florestais nativas destinadas a arborização urbana viária, a situação é o extremo oposto, pois estudos que viabilizam a produção das mudas são escassos ou quase inexistentes.

Características fenológicas, como altura e diâmetro de colo das mudas destinadas a arborização de ruas, são totalmente diferentes daquelas destinadas à recuperação de áreas degradadas e/ou recomposição de matas ciliares. As mudas destinadas à arborização urbana viária precisam ter altura e diâmetro de colo, superiores as demais mudas designadas em outras áreas, pois esse fato além de aumentar a possibilidade de sobrevivência das árvores no meio urbano diminui a possibilidade de depredação, há menor risco de conflitos entre árvore, pedestres e veículos e diminuição de custos com podas de formação e condução.

Os estudos sobre sementes de espécies florestais têm merecido atenção no meio científico, pois têm tido como meta a obtenção de informações,

atualmente escassas, que expressem a qualidade fisiológica das sementes, tanto para sua preservação quanto para o uso dessas espécies vegetais com os mais variados propósitos. No entanto, a espécie *Cordia superba* não está incluída nas Regras para Análises de Sementes (Brasil, 1992), o que dificulta a realização dos testes de germinação.

Existem várias técnicas que podem caracterizar a qualidade das sementes, tais como: imagens de Raios-X, determinação do teor de água e o teste de germinação e emergência. Além dos processos fisiológicos das sementes em si, há também, questões relacionadas à nutrição mineral, pois cada espécie tem exigências nutricionais específicas, o que implica em estudos que busquem qual o melhor tipo de substrato para cada espécie.

Além dos substratos como aporte de sustentação e fornecimento de nutrientes no processo de produção vegetal, outras técnicas têm sido desenvolvidas objetivando aperfeiçoar essa produção, como exemplo, tem-se a técnica de produção pelo sistema hidropônico que é um cultivo, no qual o solo é substituído por solução nutritiva contendo os elementos essenciais para o desenvolvimento das plantas.

O cultivo hidropônico possui inúmeras vantagens, como capacidade superior de produção independente de clima ou solo, possibilidade de cultivo durante todo o ano, economia no uso da água, de fertilizantes e defensivos agrícolas, possibilitando a obtenção de produtos melhores, com maior uniformidade, antecipação da colheita e melhor controle fitossanitário. Entre as vantagens citadas para a produção de mudas destacam-se a sanidade do material obtido e a precocidade de produção.

Objetivou-se com essa pesquisa, caracterizar as sementes e produzir mudas de *Cordia superba*, espécie florestal nativa com potencial uso na arborização urbana viária, em sistema hidropônico e convencional, com diferentes substratos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Benefícios da arborização urbana

As áreas verdes nos centros urbanos colaboram expressivamente para a melhoria da qualidade de vida nas cidades. Além de valorizar o ambiente e a estética, as áreas verdes como parques e praças promovem um excelente ambiente para interação e recreação das pessoas que vivem nas comunidades, (HILDEBRAND et al., 2001).

O Manual de Arborização Urbana (CEMIG, 2008) ressalta que grande parte da população mundial vive hoje em cidades, caracterizadas pela ocupação com edificações contínuas de equipamentos sociais destinados às funções urbanas básicas, como habitação, trabalho, recreação e circulação. Conseqüentemente, as alterações climáticas como a intensidade de radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar, precipitação e circulação do ar, entre outras, afetadas pelas condições de artificialidade do meio urbano, alteram a sensação de conforto ou desconforto das pessoas.

No trabalho realizado sobre a conservação de energia elétrica residencial, por meio de plantio de árvores em Toronto, Sawka et al., (2014) concluíram em 2009 que 577 árvores plantadas entre os anos de 1997 a 2000, contribuíram com a economia de energia elétrica, pela redução do uso de ar-condicionado, em 77.140 kWh (167 kWh/árvore), evidenciando a mitigação dos efeitos de aquecimento dos edifícios, devido ao plantio das árvores naquela cidade. Além desse estudo Sawka et al., (2014) recomendam que o planejamento da arborização nas cidades não se oriente somente em plantar árvores visando apenas os benefícios da arborização, mas também objetivando maximizar a sobrevivência das árvores, uma vez que 20 % das mesmas não sobreviveram de 9 a 12 anos depois de serem plantadas.

Segundo McPherson, Xiao e Aguaron (2013), as florestas urbanas têm grande capacidade em mitigar o aquecimento global por meio de armazenamento e sequestro de carbono. Ao analisar a arborização viária das praças, parques das cidades de Los Angeles e Sacramento, os autores descobriram que as mesmas foram responsáveis por armazenar respectivamente, 8,15 e 15,4 toneladas de carbono/ha de áreas arborizadas.

Em estudo similar Cox et al., (2012), concluíram que as áreas verdes urbanas, mesmo sendo responsáveis por apenas 3% da área total dos Estados Unidos da América, eram responsáveis pela captura de 14% de todo carbono sequestrado naquele país.

Sobre os efeitos da arborização na temperatura e frequência de ondas de calor na cidade de Manchester Reino Unido, Skelhorn, Lindley e Levermore, (2014), concluíram, por meio de modelagem, que um aumento em 5% das áreas verdes, pode reduzir a temperatura média do ar da cidade em até 1°C. Nesse mesmo cenário se houvesse a retirada de toda vegetação da cidade, substituindo-a por asfalto, haveria um aumento da temperatura média em 3,2°C.

Para que todos esses benefícios se perpetuem ao longo dos anos, sem causar transtornos à população como, queda de galhos e ramos, interrupção no fornecimento de energia elétrica pelo conflito entre árvore e rede de energia, é preciso que se conheça a compatibilidade entre as características da espécie e o meio em que ela irá se inserir. Muitas são as espécies florestais nativas com potencial uso na arborização urbana viária, entre elas, destaca-se a espécie *Cordia superba*, essa espécie, reúne características fenológicas compatíveis com a arborização urbana viária, principalmente em ruas estreitas sob fiação, que tenham calçadas largas o suficiente para tal prática.

2.2 Espécie arbórea nativa - *Cordia superba* Cham.

Segundo Carvalho, (2010) a *Cordia superba* Cham., mais conhecida como babosa-branca, crista-de-galo ou grão-de-galo, pertence à família Boraginaceae, sendo de ocorrência natural do Rio Grande do Norte ao Paraná, ocorrendo naturalmente em solos de fertilidade média à baixa, com textura arenosa a franco-arenosa, úmidos, mas com boa drenagem. Sua altura varia de 7 a 11 metros e o diâmetro à altura do peito (DAP), em torno de 30 cm. Seu tronco é reto à levemente tortuoso, com ramificação dicotômica e copa do tipo globosa e pequena.

Como características silviculturais a *Cordia superba* é uma espécie heliófila a esciófila, ou seja, se desenvolve bem, tanto na luz plena, quanto na sombra. É tolerante a baixas temperaturas quando jovens, ou resistente a geadas fracas. Quanto ao seu hábito de crescimento apresenta-se formação de multitrancos, tendendo a formar touceiras. Essa espécie não apresenta desrama natural devendo sofrer poda de condução, para formar um único tronco, complementada com podas sucessivas para retirar os galhos grossos (CARVALHO, 2010).

Suas folhas são simples, ásperas ao tato na face inferior, medindo entre 18-24 cm de comprimento. As flores são brancas e grandes, daí o nome “superba”, derivado do latim *superbus*, que significa “soberdo, nobre, magnífico e excelente” (RIZZINI, 1955, citado por CARVALHO, 2010). O fruto é uma drupa simples e indeiscente, dispérmica ou monospérmica, com sementes protegidas por um endocarpo esclerosado. O mesocarpo é gelatinoso, como cola, e de sabor doce, com espessura variando de 1,5 mm há 2,5 mm, e tonalidade rósea. A semente é globosa, comprida lateralmente e obovada longitudinalmente, de ápice arredondado e ligeiramente truncado (CARVALHO, 2010) Figura 1.

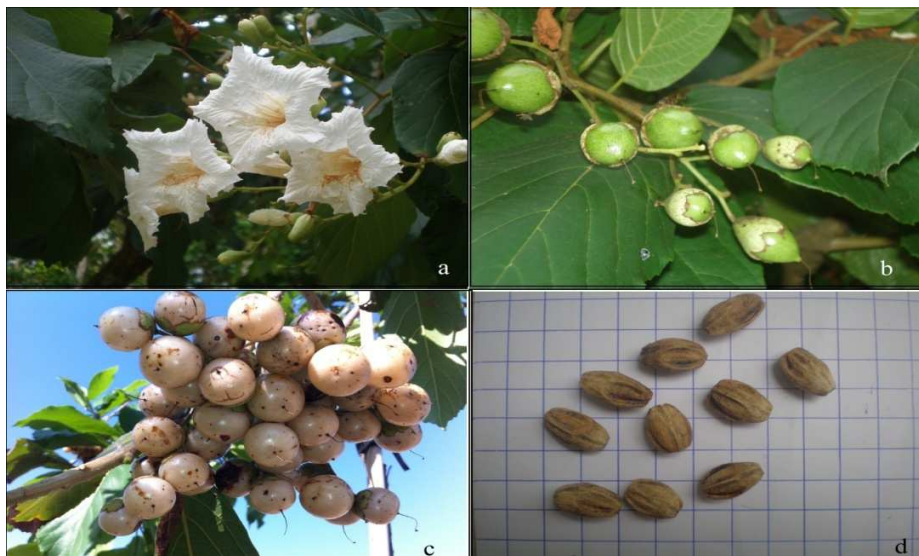


Figura 1 Exemplos de inflorescência (a) Frutos verdes (b) Frutos maduros (c) Sementes de *Cordia superba* (d).

Cordia superba é uma espécie hermafrodita, tendo como principal agente polinizador a *Apis* spp. A época de floração e frutificação da *Cordia Superba*, depende da região onde se encontra, variando entre os meses de outubro a março para floração e novembro a abril para frutificação. A dispersão de frutos e sementes é predominantemente zoocórica, destacando-se algumas espécies de pássaros e morcegos. (CARVALHO, 2010).

Para colheita e beneficiamento dos frutos dessa espécie, Lorenzi (2002) e Carvalho (2010), aconselham colhê-los diretamente da árvore quando iniciar a queda espontânea. Em seguida despulpá-los manualmente por meio de esfregaço em peneiras sob água corrente e deixá-los ao sol para secagem. A semeadura pode também ser efetuada diretamente com os frutos sem despulpamento; isso é particularmente conveniente quando o plantio é imediato e próximo ao local da colheita. De acordo com Lorenzi (2002), um quilograma de sementes contém

aproximadamente 3.300 unidades. Sua viabilidade em armazenamento é curta, não ultrapassando 5 meses.

Para Carvalho (2010), as sementes devem ser secas à sombra, em local ventilado. No tratamento pré-germinativo é recomendável a imersão em água por 48 horas. A longevidade das sementes dessa espécie é baixa, tendo comportamento fisiológico do tipo recalcitrante, recomendando assim o armazenamento em câmara fria, conservando sua viabilidade por cerca de 5 meses.

No processo sexuado de produção de mudas, Carvalho (2010), recomenda semear as sementes diretamente em sacos de polietileno, ou em tubetes de polipropileno de tamanho médio (100 a 120 cm³), ou em canteiros, com substrato organo-argiloso, para posterior repicagem.

A repicagem deve ser feita de 3 a 7 semanas após a germinação, quando aparecerem as folhas definitivas ou quando as plântulas atingirem de 5 a 10 cm de altura. A germinação é epígea, com taxa inferior a 80% de forma irregular, sendo que a emergência das plântulas inicia-se dos 20 aos 60 dias após a semeadura.

Para Lorenzi (2002), o índice de germinação das sementes de *Cordia superba*, frescas e sem qualquer tratamento é geralmente baixo e a emergência ocorre em 40-60 dias. Deve-se semear os frutos ou sementes logo que colhidos, em canteiros semi-sombreados ou diretamente em recipientes individuais contendo substrato organo-argiloso. O desenvolvimento das mudas é rápido, e o desenvolvimento das plantas no campo é considerado médio, podendo atingir de 2 a 3 metros aos dois anos de idade.

Na propagação vegetativa da *Cordia superba*, Pardo et al., (1999), encontraram resultados excelentes no desenvolvimento in vitro da espécie. Os embriões completaram seu desenvolvimento em 10 dias, atingindo 100% de germinação, período significativamente inferior ao obtido pelo teste de

germinação conduzido em areia, que necessitou de 60 dias para obter, em média, 68 % de germinação.

A madeira da *Cordia superba* é moderadamente pesada, resistente, medianamente durável sob condições adversas (LORENZI. 2002). O cerne e o alburno são pouco diferenciados, apresentando coloração castanha, muito apropriada para carroçarias (cubos de rodas e mancais), marcenaria, carpintaria e obras internas, além de produzir também lenha de boa qualidade (CARVALHO, 2010).

Na parte de nutrição mineral, Andrade (2010) realizou um estudo sobre os efeitos da deficiência nutricional em plantas de *Cordia superba*, constatando grande dependência da planta pelos elementos nitrogênio, cálcio e fósforo. Na falta desses nutrientes a planta sofreu grande perda de altura, diâmetro de caule e biomassa, quando comparados com o tratamento completo proposto pelo autor.

Segundo Andrade (2010), a deficiência de apenas um macronutriente ou micronutriente, que são exigidos durante o ciclo de vida da espécie, afetou vários níveis de organização dessas espécies, desde as ultra estruturas do limbo foliar, até mesmo a produção de biomassa seca.

Para viabilizar o processo de produção de mudas da *Cordia superba*, é necessário conhecer qual o melhor substrato para o pleno desenvolvimento das plantas até atingirem o tamanho ideal para serem implantadas ao meio urbano.

2.3 Substratos

Substrato é qualquer material em que as sementes germinam; mudas são inseridas e/ou plantas se desenvolvem. Alguns substratos são orgânicos e outros inorgânicos; independente da natureza deve ter boa habilidade de trocas gasosas e serem capazes de absorver e liberar para as plantas as quantidades de umidade e de fertilizantes necessárias para que elas cresçam (HILL, 1996). O substrato

destina-se a sustentar as plantas durante o enraizamento, mantendo sua base em um ambiente úmido, escuro e suficientemente aerado. Seu efeito, tanto na quantidade quanto na qualidade das raízes formadas, está, em parte, relacionado à porosidade, que afeta o teor de água retida e seu equilíbrio com a aeração (FACHINELLO, 2005).

Todo substrato deve, garantir a estabilidade do sistema radicular, suprimindo água e nutrientes, transportando gases como oxigênio e gás carbônico.

O sucesso da propagação de plantas está, em parte, relacionado à escolha do substrato que, conforme definição deve-se dar preferência aqueles suficientemente porosos, apresentando boa aeração, ser isento de patógenos, livre de sementes e de plantas indesejáveis, ter em abundância e ser economicamente viável (WENDLING; PAIVA, 2002 & PACHECO, 2008). Além disso, o substrato deve apresentar uma estrutura que não dificulte a sua retirada do recipiente nem destorre em ocasiões de transplante das mudas (GRAVE et al., 2007).

Um substrato ideal, é aquele que apresenta distribuição harmoniosa entre as fases sólida, líquida e gasosa, pH e poder tampão que melhor atenda à necessidade da cultura. Essas qualidades devem permanecer inalteráveis durante o tempo de produção da muda (GRAVE et al., 2007).

Compostos utilizados como substratos devem apresentar propriedades físicas e químicas adequadas como tamanho de partículas, porosidade, pH e capacidade de retenção de água. Essas características são mais importantes que as concentrações de nutrientes, porque estes podem ser adicionados por meio da adubação (GARCIA GOMEZ; BERNAL & RIOG, 2002).

De acordo com Wendling e Paiva (2002), vários estudos subsidiam a interpretação das principais características e/ou propriedades que compõem substratos para produção de mudas florestais. Além das propriedades adequadas,

os substratos devem ser compostos por matérias de longa durabilidade e recicláveis (FACHINELLO, 2005).

Para preparar um bom substrato, é preciso conhecer a qualidade dos materiais que serão empregados na sua composição a partir de análise de suas propriedades físicas e química (SOUZA; CARNIEL; FOCESATO, 2006). Geralmente, os substratos são compostos por diferentes misturas de materiais, pois dificilmente um material puro conseguirá apresentar todas as características adequadas para compor um bom substrato (LIMA, 2006).

Vários são os materiais que podem ser utilizados na composição de um substrato para a produção de mudas de espécies florestais, como casca de arroz carbonizada, serragem, fibra de coco, turfa, vermiculita, compostos orgânicos, esterco, areia, material de subsolo e diversas misturas desses materiais (DUTRA, 2010). Nem sempre os melhores substratos para emergência de plântulas são os mesmos para produção e crescimento das mudas, como verificado por Macedo et al (2011) em estudos para produção de mudas de ipê-branco em diferentes substratos.

Além dos substratos como aporte de sustentação e fornecimento de nutrientes, existe também a técnica de produção pelo sistema hidropônico que é um tipo de cultivo, no qual o solo é substituído por solução nutritiva contendo todos os elementos essenciais para o desenvolvimento das plantas e que apresenta inúmeros benefícios.

2.4 Cultivo hidropônico

A adoção de novas tecnologias para a produção de mudas deve ter como meta reduzir o período de produção e obter um maior controle das condições fitossanitárias para uma melhor qualidade final, além de ter custos que viabilize todo o processo. Entre os métodos de produção de mudas de alta qualidade, a

hidroponia tem sido usada em várias culturas como, hortaliças folhosas, tomate, morango, fumo, maracujá, espécies florestais, além de frutíferas e plantas ornamentais (CORRÊA, 2005).

A hidroponia é uma técnica de cultivo protegido, na qual o solo é substituído por solução nutritiva contendo os elementos essenciais para o desenvolvimento das plantas. O primeiro documento escrito sobre o tema data de 1600, quando Jan Van Helmont indicou por meio de suas pesquisas que as plantas obtêm substâncias a partir da água. Pesquisas foram se desenvolvendo ao longo do tempo e em meados 1930, William Frederick Gericke, na universidade da Califórnia, aprimorou a técnica, e seus estudos se tornaram base para todas as formas de cultivo hidropônico, com potencial uso na aplicação comercial (RESH, 1997).

O método possui vantagens, como capacidade superior de produção independente de clima ou solo, possibilidade de cultivo durante todo o ano, economia no uso da água, de fertilizantes e defensivos agrícolas, obtenção de produtos de melhor qualidade e maior uniformidade, antecipação da colheita e maior controle fitossanitário (FAQUIN; FURTINI NETO; VILELA, 1996). Destaque também para sanidade do material obtido e a precocidade de produção.

Segundo Furlani (1999), a composição ideal de uma solução nutritiva é influenciada pelas concentrações de cada nutriente relacionado aos fatores ligados ao cultivo, incluindo-se o sistema hidropônico, fatores ambientais, época do ano, idade das plantas, espécie vegetal e cultivar utilizada. De acordo com Resh (1997), a absorção dos nutrientes ocorre da mesma maneira, tanto no solo quanto no cultivo hidropônico, não existindo diferenças fisiológicas entre as plantas, portanto, qualquer planta cultivada em solo pode ser cultivada em hidroponia.

Com uma maior necessidade de buscar novas técnicas de manejo e produção de mudas de espécies florestais nativas destinadas à recuperação de

áreas degradadas ou a arborização urbana viária, o cultivo hidropônico é uma alternativa que pode contribuir para produção de mudas de alta qualidade em um menor espaço de tempo. Pesquisas realizadas por Faquin e Chalfun (2006), utilizando o sistema hidropônico modificado têm demonstrado resultados promissores. Oliveira (2007) constatou que a produção de mudas cítricas é tecnicamente viável, quando conduzidas no sistema hidropônico modificado. Do mesmo modo, Souza et al., (2011), em pesquisas realizadas com pereira e pessegueiros, obtiveram êxito na obtenção de mudas com padrões de altura e diâmetro exigidos pela legislação, no sistema hidropônico modificado, em um prazo de quatro meses.

Gomes (2012), avaliando produção de mudas de diferentes porta-enxertos, cítricos em hidroponia, concluiu que o sistema hidropônico modificado é viável e que a produção dos porta-enxertos, até o ponto de enxertia, foi obtida, em média, aos 150 dias, e quando comparado com o sistema convencional de produção, houve antecipação de 90 dias.

Segundo Gomes (2013), a produção de plantas borbulheiras de citros em sistema hidropônico modificado é viável, com redução do tempo necessário entre a poda de ramificação e a 1ª colheita das hastes porta-borbulha, sendo assim, possível realizar até três colheitas em 10 meses após a poda de ramificação.

Estudos que tratam do cultivo e do manejo de espécies florestais em hidroponia são escassos ou inexistentes. Por isso, fica evidente a necessidade de pesquisas que venham evidenciar detalhes desse manejo e esclarecer os efeitos do cultivo hidropônico na produção de mudas de espécies florestais nativas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi composta pela caracterização das sementes da *Cordia superba*, realizada no Laboratório Central de Sementes do Departamento de Agricultura e dois experimentos foram realizados. O primeiro no setor de Hidroponia do Departamento de Ciência do Solo, e o segundo no Viveiro de Plantas Ornamentais do Departamento de Agricultura, todos conduzidos na Universidade Federal de Lavras (UFLA).

3.1 Coleta e caracterização das sementes de *Cordia superba*

Cerca de 4000 sementes foram obtidas de uma população de 25 árvores matrizes localizadas no *campus* da Universidade Federal de Lavras (UFLA), situada em Lavras - MG.

Após coleta, as sementes foram beneficiadas com despulpamento e esfregaço em peneira com água corrente para retirada da mucilagem (Carvalho, 2010).

3.2 Determinação do teor de água das sementes (US)

Determinou-se o teor de água das sementes, utilizando-se o método estufa a 105°C por 24 horas, descritos nas Regras de Análise de sementes (RAS) (BRASIL, 1992b), em dois tratamentos: sementes sem processo de secagem (T1) e sementes secas à sombra, por 120 horas até atingirem equilíbrio higroscópico com o ambiente (T2). Foram utilizadas quatro repetições de cinco sementes e os resultados foram expressos em porcentagem, com base no peso úmido. Vale ressaltar que ainda não existem informações sobre sementes dessa

espécie nas Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 1992b), o que induziu a buscar informações sobre espécies da mesma família botânica, Boraginaceae.

3.2.1 Análise radiográfica

As sementes obtidas foram analisadas em sua morfologia interna pela análise radiográfica, no equipamento Faxition X-Ray MX-20. Para tanto, as sementes foram acondicionadas em lâminas transparentes e fixadas com fita adesiva dupla face e submetidas à radiação de 15kv de intensidade, por 18 segundos. O objetivo principal da análise foi identificar sementes danificadas, cheias, vazias ou com má formação. Após a análise, as sementes foram selecionadas em duas categorias, com e sem danos internos de suas estruturas, para realização do teste de germinação.

3.2.2 Teste de germinação

Após 48 horas de embebição em água, preparou-se o teste de germinação entre areia, composto por 2 tratamentos, o primeiro constituído por sementes que apresentaram total desenvolvimento de sua estrutura interna (T1), analisada em imagens de raio-X e o segundo, formado por sementes que apresentaram estruturas internas com má formação e/ou trincadas (T2) (Figura 2). Cada tratamento continha quatro repetição de 50 sementes, semeadas em caixas de acrílico tipo gerbox sobre substrato areia.

As sementes foram mantidas em câmaras de germinação do tipo BOD com temperatura constante de 30 °C, fotoperíodo de oito horas e intensidade de luz acima de 2000 lux. Para obtenção do **Índice de velocidade de Germinação**, o número de sementes protundidas foi avaliado diariamente, de acordo com a fórmula descrita por Maguire (1962). Os resultados de germinação foram

expressos em porcentagem de plântulas emergidas, com avaliação aos 20 dias após a montagem do teste para obtenção da **Primeira Contagem de Germinação** e a contagem final feita aos 90 dias após a sementeira.

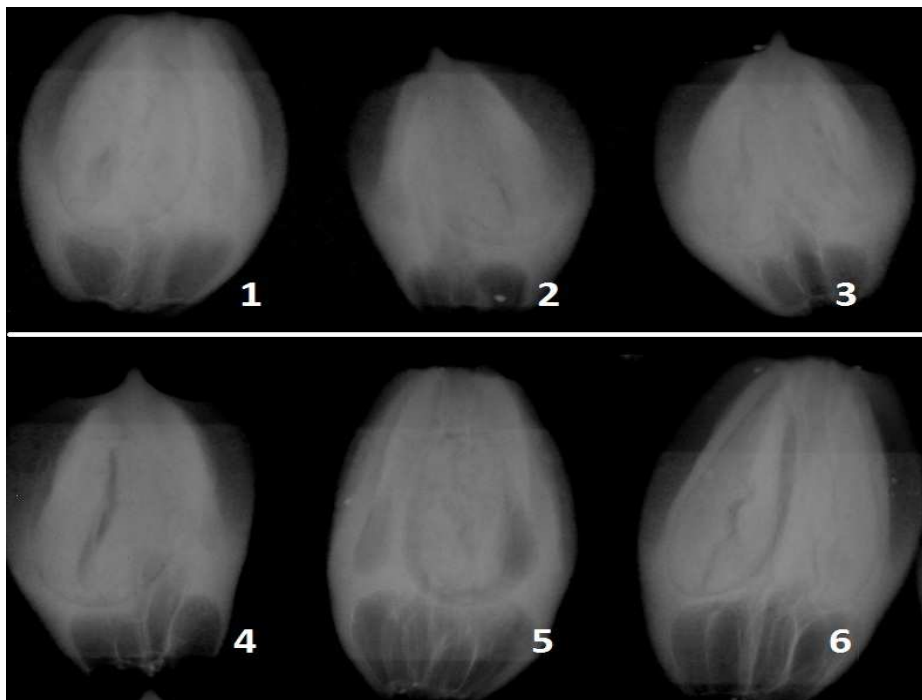


Figura 2 Sementes de *Cordia superba* com estruturas internas totalmente desenvolvidas: 1, 2 e 3 e sementes com estruturas internas com má formação e/ou com trincas: 4, 5 e 6.

3.2.3 Emergência

Para o teste de emergência, houve uma adaptação do sistema “float”, a sementeira das sementes com prévia separação radiográfica foi realizada em substrato de fibra de coco, previamente umedecido (aproximadamente 1 litro de água/Kg de substrato), colocado em 4 bandejas de plásticos com dimensões de (10 cm de altura, 5 de largura e 5 de comprimento/célula), com 50 células cada.

Após semeadura, as bandejas foram colocadas no sistema “float” adaptado, que se caracteriza por manter as bandejas de plástico perfuradas, flutuando sobre uma lâmina de água de, aproximadamente, três centímetros de altura e mantidas em casa de vegetação com temperatura média de 25 °C. Para obter o **índice de velocidade de emergência**, a avaliação do número de plântulas emergidas e com o primeiro par de folhas foi realizada diariamente, conforme Maguire (1962). No vigésimo e quadragésimo dia, foi feita a contagem do **Estande Inicial e Estande Final**.

3.3 Experimento 1: Produção de mudas de *Cordia superba* pelo sistema hidropônico

O experimento teve duração de oito meses, compreendidos entre maio de 2013 e fevereiro de 2014.

3.3.1 Sistema hidropônico

O sistema hidropônico utilizado foi composto por um reservatório de 1.000 litros, um conjunto motor-bomba, um temporizador e cinco piscinas de fibra vidro com dimensões de 2,2 x 0,64 x 0,22 m niveladas sobre bancadas de madeira, todas interligadas por meio de tubulação própria. Sobre a piscina foi encaixada uma placa de polietileno, onde os tubetes com as plantas foram encaixados. As placas foram cobertas por uma lona plástica dupla face, a fim de se evitar o surgimento de algas.

A solução nutritiva utilizada no experimento foi a mesma solução proposta por Faquin e Chalfun (2006), para produção de mudas frutíferas. A circulação da solução foi acionada pelo temporizador a intervalos de 15 minutos. O excesso da solução nutritiva da piscina retorna ao reservatório por gravidade. A reposição de nutrientes na solução nutritiva do reservatório foi efetuada por

meio da condutividade elétrica, ajustando-se diariamente seu valor entre 1,56 e 2,0 mS/cm, pela adição de solução estoque de macro e micronutrientes, preparada de acordo com os autores citados. O pH da solução nutritiva foi mantido entre 5,5 e 6,5. A troca da solução nutritiva foi feita periodicamente, a cada 30 dias.

3.3.2 Produção das mudas

Esta etapa foi composta por três tratamentos, conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 25 repetições, totalizando 75 plantas, sendo cada planta considerada como uma parcela. No primeiro tratamento (H0), as sementes foram postas para germinar no sistema hidropônico. No segundo tratamento (H3), as sementes foram postas para germinar, em uma piscina isolada, contendo somente água destilada, quando as plântulas atingiram 3 cm de altura, foram transferidas para o sistema hidropônico. No terceiro tratamento (H6), as sementes também foram postas para germinar, em uma piscina isolada contendo somente água destilada, quando as plântulas atingiram 6 cm de altura, foram transferidas para o sistema hidropônico. O objetivo de fazer esses tratamentos foi para avaliar o efeito da solução nutritiva já no início do desenvolvimento das plântulas.

A semeadura foi realizada colocando-se duas sementes por tubete plástico com capacidade volumétrica 288 ml. Como substrato foi utilizado vermiculita (granulometria média). A densidade de plantio nas piscinas foi de 53 mudas/m², permanecendo assim até o final do experimento.

Aos 40 dias após a semeadura efetuou-se o desbaste, sendo eliminadas as plântulas excedentes em cada recipiente, deixando apenas uma muda por tubete, a mais centralizada e/ou mais vigorosa.

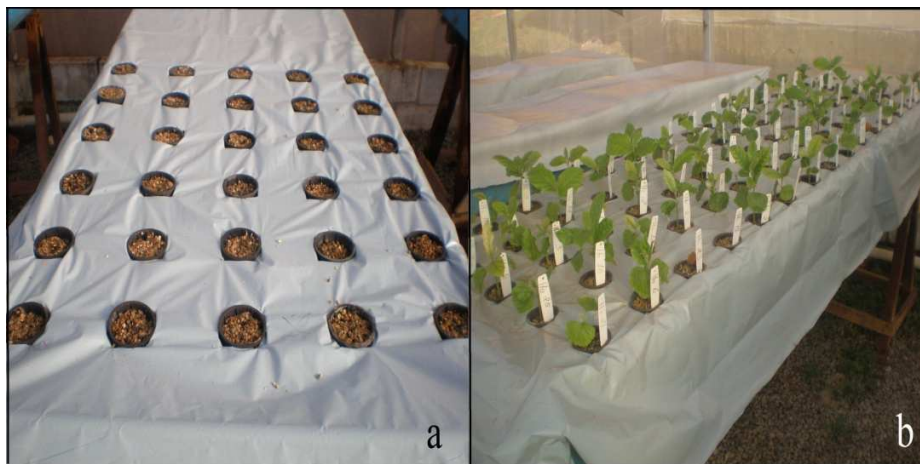


Figura 3 Montagem do Sistema Hidropônico (a) Produção de mudas de *Cordia alliodora* no Sistema Hidropônico (b).

3.3.3 Avaliação das características agrônômicas: altura de plantas e diâmetro de caule

A avaliação das variáveis altura da parte aérea (H) e diâmetro do coleto (DC) iniciaram-se aos 50 dias após a sementeira e com periodicidade quinzenal, até os 240 dias, utilizando todas as 25 mudas do tratamento.

A altura da parte aérea foi medida por meio de régua milimetrada, a partir do nível do substrato até a gema terminal. O diâmetro do coleto foi mensurado ao nível do substrato, utilizando paquímetro digital com precisão de 0,1 mm.

3.3.4 Análise química foliar

Após 240 dias, considerando 6° par de folhas de cada planta, foram coletadas 15 folhas aleatoriamente, por tratamento para determinação da análise química foliar. As análises dos teores de nutrientes nas folhas foram realizadas conforme descrito por Malavolta et al. (1997). Para tanto, o material vegetal

seco foi moído em moinho do tipo Willey e submetido à digestão nitroperclórica, para posterior análise dos teores totais de macro e micronutrientes.

A determinação dos teores de Fósforo (P) foi realizada por colorimetria; de Potássio (K), por fotometria de emissão de chama; de Enxofre (S), por turbidimetria e Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn), por espectrofotometria de absorção atômica. Para a análise dos teores de Nitrogênio (N,) foi realizada a digestão sulfúrica do material vegetal, sendo a quantificação feita pelo método semimicro Kjeldahl. O Boro (B) foi extraído por incineração e seus teores determinados por colometria. O intuito dessas análises foi determinar as concentrações de cada nutriente nas folhas e possíveis sintomas de deficiência nutricional.

Devido à escassez de estudos científicos sobre a nutrição mineral da espécie *Cordia superba*, criou-se um padrão comparativo entre os resultados dessa análise e os resultados encontrados por Andrade (2010), que avaliou os efeitos da deficiência nutricional da espécie.

3.3.5 Área foliar e relação altura da parte aérea/diâmetro de caule

Após 240 dias, foram coletadas 15 folhas aleatoriamente, por tratamento, para determinação da média da área foliar de cada tratamento. Foi considerada nesse processo, a 6ª folha no sentido decrescente da planta. Devido à escassez de estudos científicos sobre a espécie, criou-se um padrão de comparação entre os tratamentos hidropônicos e uma planta matriz, seguindo o mesmo raciocínio de coleta da folhas na planta.

De posse dos dados de altura da parte aérea (H) e diâmetro do coleto (DC), foi calculado o índice de qualidade de mudas: relação altura da parte aérea (H) e diâmetro do coleto (DC).

3.3.6 Análise dos dados

As análises de variância para todas as características avaliadas foram realizadas com o auxílio do software estatístico SISVAR® (Ferreira, 2011). Os dados foram submetidos à análise de variância e foi realizado teste de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.4 Experimento 2: Produção de mudas de *Cordia superba* pelo sistema convencional

Esse experimento teve duração de oito meses, compreendidos entre maio de 2013 a fevereiro de 2014.

Essa etapa foi composta por três tratamentos, conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 15 repetições, totalizando 45 plantas, em que cada planta foi considerada como uma parcela. Todos os tratamentos foram relacionados ao tipo de substrato que foi utilizado para produção das mudas.

3.4.1 Substratos

A escolha dos substratos deu-se em função de não haver nenhum estudo científico na literatura sobre produção de mudas de *Cordia superba*. Assim buscaram-se substratos de fácil aquisição, acessíveis aos pequenos e médios produtores rurais e viveirista. Esses substratos são utilizados em viveiros de produção de mudas de café (S2), mudas cítricas (S3) e mudas de espécies florestais nativas (S1), sendo este último, um substrato utilizado para produção de mudas florestais nativas do departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Lavras.

Os substratos para produção das mudas foram:

- a) Substrato 1(S1) - Fibra de coco, vermiculita e casca de arroz carbonizada, na proporção volumétrica de 1:1:1, adicionando-se 8 kg/m³ do fertilizante Osmocote® Plus 15-9-12, de liberação lenta de 8 a 9 meses, com as seguintes garantias mínimas: Nitrogênio (N) – 15%, fósforo (P₂O₅) – 9%, potássio (K₂O) – 12%, cálcio (Ca) – 3,5%, magnésio (Mg) 1,3%, enxofre (S) – 5,9%, boro (B) – 0,02%, cobre (Cu) 0,05%, ferro (Fe) - 0,46%, manganês (Mn) – 0,06%, molibdênio (Mo) – 0,02% e zinco (Zn) – 0,05%.
- b) Substrato 2 (S2) - Terra de subsolo e esterco de curral curtido, na proporção volumétrica de 3:1, acrescentando-se 4 kg/m³ de fertilizante superfosfato simples e 1 kg/m³ do fertilizante cloreto de potássio.
- c) Substrato 3 (S3) - Terra de subsolo e esterco de curral curtido na proporção volumétrica de 2:1, acrescentado 4 kg/m³ do fertilizante superfosfato simples, 3 kg/m³ calcário dolomítico, 3 kg/m³ do fertilizante concentrado 4-14-8 e 0.3 kg/m³ do fertilizante sulfato de zinco.

3.4.2 Produção das mudas

Esse experimento foi conduzido em casa de vegetação com cobertura de sombrite 50%. A semeadura foi realizada colocando-se três sementes por pote plástico de 4 litros de drenagem livre e cobrindo-as com uma fina camada do mesmo substrato utilizado no enchimento. A irrigação das mudas deu-se por microaspersão, duas vezes ao dia, com duração de 10 minutos cada irrigação.

Aos 40 dias após a semeadura efetuou-se o desbaste, eliminando as plântulas excedentes em cada recipiente, deixando apenas uma muda por pote, optando-se pela mais centralizada e vigorosa.



Figura 4 Germinação de plântulas de *Cordia superba* no sistema convencional
(a) Produção de mudas de *Cordia superba* no sistema convencional
(b).

3.4.3 Avaliação das características agronômicas: altura de plantas e diâmetro de caule

A avaliação das variáveis como altura da parte aérea (H) e diâmetro do coleto (DC) das mudas iniciou-se aos 50 dias após a semeadura, sendo feitas quinzenalmente, até os 240 dias, em todas as 15 mudas do tratamento.

A altura da parte aérea foi medida por meio de régua milimetrada, a partir do nível do substrato até a gema terminal. O diâmetro do coleto foi mensurado ao nível do substrato, utilizando paquímetro digital com precisão de 0,1 mm.

3.4.4 Análise química foliar

Tal e como realizada no sistema hidropônico, após 240 dias, foram coletadas 15 folhas aleatoriamente por tratamento. As análises dos teores de nutriente nas folhas foram realizadas conforme descrito por Malavolta et al. (1997). Para tanto, o material vegetal seco foi moído em moinho do tipo Willey

e submetido à digestão nitroperclórica, para posterior análise dos teores totais de macro e micronutriente. As determinações dos teores de P foram realizadas por colorimetria; K, por fotometria de emissão de chama; S, por turbidimetria e Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, por espectrofotometria de absorção atômica. Para a análise dos teores de N, foi realizada a digestão sulfúrica do material vegetal, sendo a quantificação feita pelo método semimicro Kjeldahl. O B foi extraído por incineração e seus teores determinados por colometria. O objetivo nessa análise foi determinar as concentrações químicas de cada nutriente nas folhas e possíveis sintomas de deficiência nutricional.

Devido à escassez de estudos científicos sobre a nutrição mineral da espécie *Cordia superba*, criou-se um padrão comparativo entre os resultados dessa análise e os resultados encontrados por Andrade (2010), que avaliou os efeitos da deficiência nutricional da mesma espécie.

3.4.5 Área foliar e relação altura da parte aérea/diâmetro de caule

Após 240 dias, foram coletadas 15 folhas aleatoriamente, por tratamento, para determinação da área foliar de cada tratamento. Foi considerada para escolha, a 6^o folha no sentido decrescente da planta. Devido à escassez de estudos científicos sobre a espécie, criou-se um padrão de comparação entre os diferentes substratos e uma planta matriz, seguindo o mesmo critério de coleta da folhas na planta.

De posse dos dados de altura da parte aérea (H) e diâmetro do coleto (DC), calculou-se o índice de qualidade de mudas: relação altura da parte aérea (H) e diâmetro do coleto (DC).

3.4.6 Análise dos dados

As análises de variância para todas as características avaliadas foram realizadas com o auxílio do software estatístico SISVAR® (Ferreira, 2011). Os dados foram submetidos à análise de variância e foi realizado teste de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização das sementes de *Cordia superba* - Determinação do teor de água

O teor médio de água das sementes da *Cordia superba* (Tabela 1) secadas por 120 horas foi de 11,26%, enquanto que nas sementes sem o processo de secagem, o teor de umidade foi de 27,65%. As variações da umidade entre repetições foram de 1,22% para sementes secas e de 1,14% para sementes recém beneficiadas.

Resultado semelhante foi encontrado por Lima et al. (2007) ao determinarem o teor médio de água das sementes de *Cordia trichotoma* em função do tempo de armazenamento, secas à temperatura de 25°C , obtendo valores entre 7,4 e 10,4%.

Para autores como (Martins & Silva, 1997) estudando *Dalbergianigra*, (Corvelho et al., 1999), *Cedrella fissilis* (Alves et al., 2005), *Mimosa caesalpiniiifolia* e (Nery, 2005), *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich, o teor de água contido nas sementes pode ser considerado, um índice para auxiliar na determinação da maturidade fisiológica das sementes dessas espécies.

4.1.1 Análise radiográfica

Não houve possibilidade de identificar as estruturas do embrião das sementes de *Cordia superba*, uma vez que a semente totalmente formada tinha o mesmo grau de radiopacidade.

A análise radiográfica possibilitou a visualização de sementes com lóculos cheios, vazios e com má formação no seu interior (Figura 7). Por meio das análises radiográficas foi possível identificar que em média, 83,15 %

estavam com os lóculos totalmente cheios, 9,35% estavam com os lóculos totalmente vazios e 7,5% estavam com os lóculos cheios e vazios.

Essa variação na morfologia interna é comum em sementes florestais pela diferença na polinização e grau de maturação dos frutos.

Resultados semelhantes foram encontrados por Pupim et al. (2008) que ao realizarem análise radiográfica de sementes de *Cecropia pachystachya* (embaúba), verificaram que 38% das sementes estavam vazias ou parcialmente formadas, contribuindo negativamente para níveis inferiores de germinação.

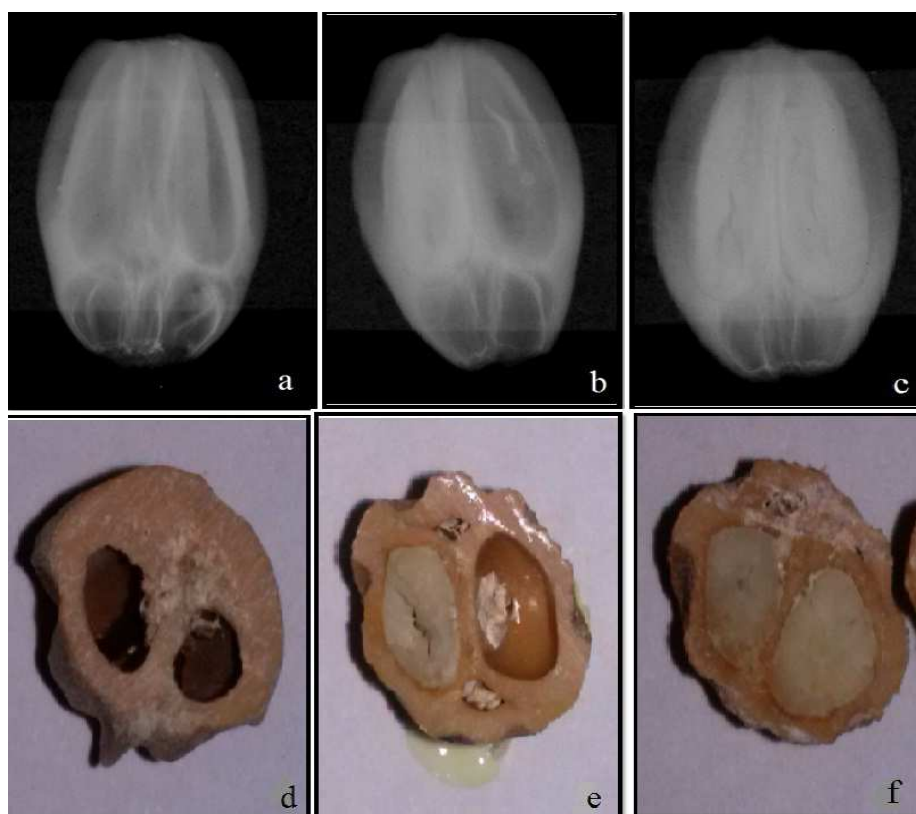


Figura 5 Análise radiográfica de sementes *Cordia superba*. (a) sementes totalmente vazias (b) sementes com lóculos cheios e vazios (c) sementes totalmente cheias (d, e, f) cortes das respectivas sementes (a, b, c).

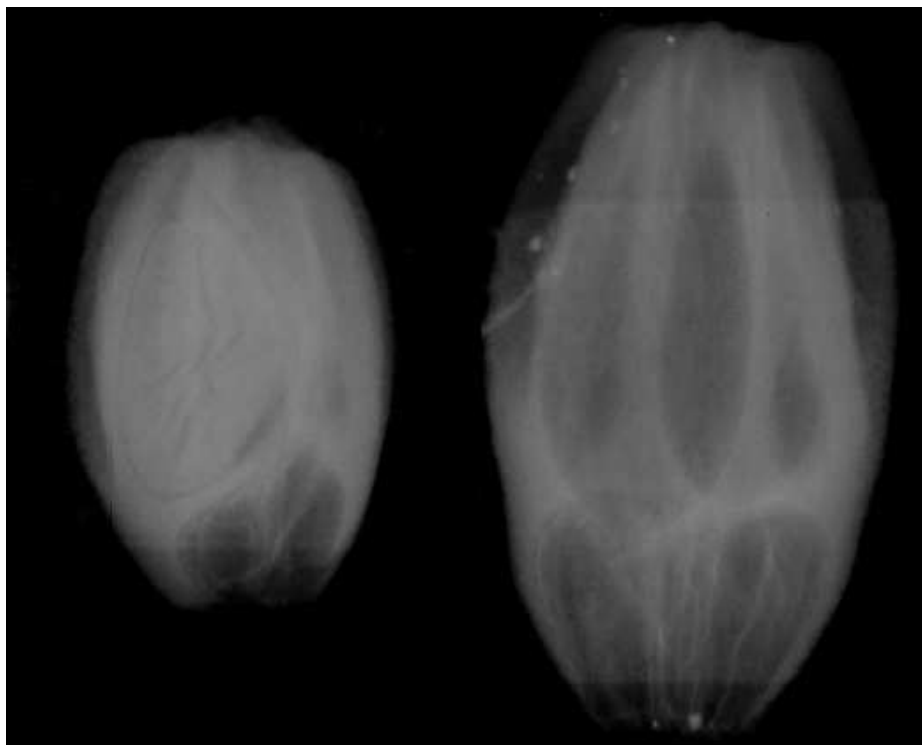


Figura 6 Diferentes tamanhos de sementes de *Cordia superba* evidenciando que a presença de embriões independe do tamanho da semente.

4.1.2 Teste de Germinação

Pelos resultados referentes ao teste de germinação as sementes com total desenvolvimento de sua estrutura interna (T1), obtiveram porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG), superiores às sementes com má formação e/ou trincadas (T2) (Tabela 1). No tratamento 1, a porcentagem de germinação variou entre 80 e 54%, tendo uma média de 65% de germinação, enquanto que tratamento 2 a porcentagem de germinação das sementes variou entre 36 e 28%, com média de 32,5% de germinação. O IVG do

T1 foi de 5,89, enquanto o T2 foi de 3,92. A germinação do T1 teve duração de 108 dias e o T2 101 dias após a semeadura.

Tabela 1 Valores médios de % de germinação - %G, índice de velocidade de germinação – IVG, primeira contagem de germinação – PCG e tempo em dias de germinação após a semeadura – TG de sementes de *Cordia superba*, submetidas à análise de imagem.

Tratamento	Vigor			
	%G	IVG	PCG	TG
T1	65	5,89	37	108
T2	32,5	3,92	5	101

Ao analisar os resultados, nota-se que a porcentagem de germinação das sementes selecionadas como cheias (T1) foi maior que àquelas com danos na morfologia interna (T2), superior também às taxas de germinação descritas por Lorenzi (2002) e Carvalho (2010) para a espécie. Isso evidencia a eficiência das imagens em raio X ao avaliar o nível de desenvolvimento das estruturas da semente e a relação entre o nível de formação e os resultados do teste de germinação.

O vigor das sementes selecionadas como cheias, também superou os valores alcançados pelas sementes danificadas, como se observa na tabela 2 pela maior velocidade de germinação, tanto detectado na primeira contagem, quanto no índice de velocidade de germinação, mostrando novamente a eficiência da seleção radiográfica inicial das sementes.

Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Pupim et al. (2008), que ao realizarem teste de raios X em sementes de embaúba, verificaram a mesma relação entre os parâmetros morfológicos internos e porcentagem de germinação. Ao realizar os testes de germinação nas sementes de embaúba, os autores encontraram resultados na ordem de 62% de germinação em sementes totalmente formadas e 25% em sementes parcialmente formadas.

Várias outras pesquisas acadêmicas têm correlacionado análise de imagens de raios X na identificação de danos na morfologia interna que afetam a qualidade de sementes de espécies florestais, como *Acca sellowiana* O. Berg (SILVA et al., 2013), *Ginkgo biloba* (SALINAS et al., 2012), *Tabebuia heptaphylla* (AMARAL et al., 2011), *Xylopia aromatica* (SOCOLOWSKI et al., 2011), *Tecoma stans* (SOCOLOWSKI; CICERO., 2008), *Platypodium elegans* (SOUZA et al., 2008).

4.1.3 Emergência

O teste de emergência no sistema “float” adaptado das sementes selecionadas pela radiografia, teve início no 19º dia após a semeadura, com término no 94º dia após a 1º emergência. Verifica-se, por meio dos resultados que a porcentagem média de emergência plântulas foi de 50,5% e o de Índice de velocidade de emergência (IVE) foi de 2,54 (Tabela 2).

Tabela 2 Valores médios de % de emergência de sementes de *Cordia superba* - %mE, índice de velocidade de emergência – IVG, estande inicial – EI, estande final - EF e tempo em dias de emergência após a semeadura – TE de sementes de *Cordia superba*, submetidas à análise de imagem.

Sementes selecionadas	Emergência				
	%Me	IVE	EI	EF	TE
	50,5	2,54	4	52	113

Comparando os resultados obtidos no teste de germinação (Tabela 2) e os resultados de emergência em casa de vegetação (Tabela 3), observa-se que houve uma redução na % de emergência de plântulas normais e no IVE, quando comparados com os resultados obtidos no teste de germinação e no IVG do tratamento 1, respectivamente 65% e 5,89. Isso pode estar relacionado com a maior disponibilidade de água e temperatura ideal na câmara de germinação,

garantindo a eficiência do processo de germinação (CONCEIÇÃO; VIEIRA, 2008).

4.2 Experimento 1: Produção de mudas de *Cordia superba* pelo sistema hidropônico - Altura de plantas e diâmetro de caule

A solução nutritiva exerceu efeito significativo na altura de plantas de *Cordia superba* (Tabela 4). A altura das plantas foi significativamente afetada pelo tempo de transferência das mudas para a solução nutritiva. Verificou-se que o tratamento com embebição direta na solução nutritiva (H0), foi o que apresentou maior média de altura de plantas, 81 centímetros (cm), seguido pelo tratamento com embebição em água até as plântulas atingirem 3 cm (H3), com média de 72 cm e por último o tratamento H6 (embebição em água até que as plântulas atingissem 6 cm), com média de 61 cm. (Figura 9).

Gomes (2013) ao estudar a produção de mudas de diferentes porta-enxertos cítricos em sistema hidropônico concluiu que para as variedades 'Cleópatra' e 'Sunki Tropical' as maiores taxas de crescimento foram atingidas quando postas para germinarem diretamente na solução nutritiva, enquanto que as variedades 'Híbrido' e 'Cravo Santa Cruz' obtiveram maiores índices de crescimento quando transferidas para o sistema hidropônico com 3 e 6 cm de altura respectivamente.

Para diâmetro de caule (Figura 10), o tratamento 1 foi o que obteve maior valor, 11,01 (mm), porém não houve diferença significativa entre os demais tratamentos (Tabela 3).

Gomes (2013) verificou que os maiores valores para diâmetro de caule de todas as variedades estudadas, foram alcançados quando essas foram transferidas para o sistema hidropônico com altura de 6 cm. Segundo o autor, uma possível explicação para esses resultados é que, provavelmente, as plantas

transferidas para a solução nutritiva com essa altura já apresentavam uma maior taxa fotossintética, em comparação aos demais tratamentos.

Tabela 3 Altura e Diâmetro de caule de mudas de *Cordia superba* produzidas em sistema hidropônico aos 8 meses de idade.

Tratamentos	Altura (cm)	Diâmetro de caule (mm)
Embebição direta (H0)	80 a	11.01 a
Transferência com 3 cm (H3)	72.6 b	9.88 a
Transferência com 6 cm (H6)	61 c	9.67 a
CV (%)	16,99	22.98

As médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

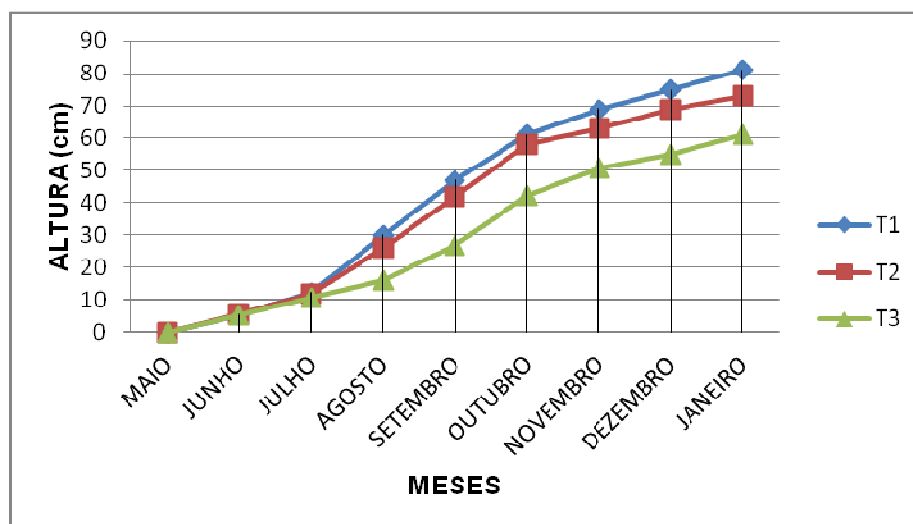


Figura 7 Crescimento de mudas de *Cordia superba* em sistema hidropônico, em função dos diferentes tratamentos aplicados no sistema hidropônico.

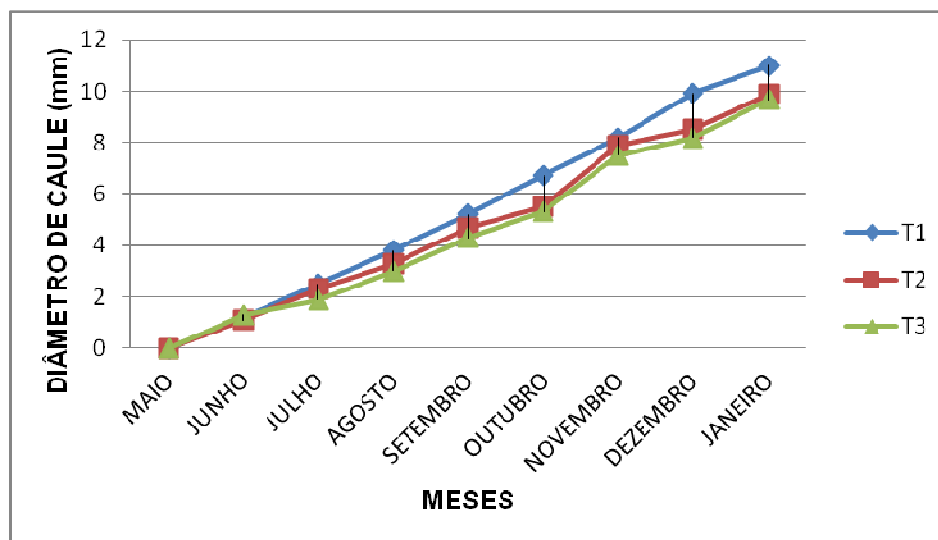


Figura 8 Diâmetro de caule de *Cordia superba* em sistema hidropônico, em função dos diferentes tratamentos aplicados no sistema hidropônico.

4.2.1 Análise química foliar

A análise química de tecidos vegetais tem por objetivo, promover informações que possam revelar o estado nutricional das plantas, como forma de direcionar o manejo nutricional para maximizar a produção (SMITH; LONERAGAN, 1997).

A diagnose visual consiste em comparar visualmente o aspecto (coloração, tamanho, forma) da amostra (planta, ramos, folhas) com o padrão. Na maioria das vezes o órgão de comparação é a folha, pois é o que melhor reflete o estado nutricional da planta. Como nas folhas é o local onde ocorrem os principais processos metabólicos do vegetal, as mesmas são as mais sensíveis às variações nutricionais (FAQUIN, 2002).

A diagnose visual de deficiência em folhas, bem como o conhecimento dos teores de nutriente, pode constituir uma técnica auxiliar nos cálculos de fertilizantes e corretivos (MALAVOLTA, 1980).

Na (Tabelas 4 e 5), estão demonstrados os resultados da análise química foliar (Tratamento completo) da *Cordia superba* encontrados por Andrade (2010) e os valores da análise química foliar dos tratamentos desta pesquisa.

Tabela 4 Teores de macronutrientes nas folhas de babosa-branca cultivada em sistema hidropônico, comparados ao resultado encontrado por Andrade (2010)

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
	g/kg					
Completo	20	4,8	21	18	3	1,2
H0	28,8	4,21	29,19	9,10	2,95	3,71
H3	28,6	4,18	29,18	9,10	2,98	3,70
H6	28,6	4,20	28,9	9,15	2,76	3,70

Tabela 5 Teores de micronutrientes nas folhas de babosa-branca cultivada em sistema hidropônico, comparados ao resultado encontrado por Andrade (2010)

Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg/kg				
Completo	69	6	240	25	27
H0	33,1	1,9	105	14,7	11,4
H3	33	1,9	104	14,5	11,4
H6	33,1	1,9	105	14,5	11,4

Com exceção do cálcio e enxofre, as concentrações de macronutrientes estão próximas dos valores das concentrações encontradas por Andrade (2010), mas ao analisar as concentrações de micronutrientes, verifica-se que há uma grande diferença entre as concentrações dos nutrientes no tratamento completo e nos tratamentos hidropônicos.

Ao comparar os resultados e os sintomas de deficiência de ambos os trabalhos, verifica-se que apenas os nutrientes, ferro, manganês e zinco coincidiram com os sintomas de deficiência. Apesar das concentrações de boro e

cobre terem sido bem menores nos tratamentos hidropônicos, não foram observados sintomas de deficiência desses nutrientes.

Na diagnose visual, as plantas de *Cordia superba* em todos os tratamentos apresentaram múltiplos sintomas de deficiência (Figura 9), do tipo: clorose generalizada nas folhas novas, clorose internerval nas folhas novas e redução no crescimento das folhas e internódios.



Figura 9 Sintomas de deficiência nutricional em folhas de babosa-branca (a,b,c). Comparação entre folha normal da planta matriz e folha de muda oriunda do sistema hidropônico (d).

4.2.1.1 Ferro

As plantas de *Cordia superba* cultivadas no sistema hidropônico apresentaram, em todos os tratamentos, teores de ferro nas folhas ($104 - 105 \text{ mg kg}^{-1}$) inferiores ao tratamento completo (240 mg kg^{-1}) obtido por Andrade

(2010) (Tabela 6). A deficiência de ferro provocou clorose internerval das folhas novas, com aparência de um retículo fino. As folhas tornaram-se amareladas por que a deficiência do elemento ferro causa redução drástica na síntese de proteínas dos cloroplastos, principalmente nas proteínas estruturais, causando inibição do desenvolvimento dos cloroplastos (MARENCO & LOPES, 2009).

4.2.1.2 Manganês

As plantas de *Cordia superba* cultivadas no sistema hidropônico apresentaram, em todos os tratamentos, teores de manganês nas folhas (14,5 – 14,7 mg kg⁻¹) inferiores ao tratamento completo (25 mg kg⁻¹) obtido por Andrade (2010) (Tabela 6). As folhas mais novas apresentaram clorose internerval com aparência de um reticulado grosso, ou seja, as nervuras e áreas adjacentes tornam-se verde-escuras, enquanto o limbo fica verde-claro.

Com deficiência de Manganês, a produção de matéria seca e a fotossíntese diminuem rapidamente, essa deficiência inibe o alongamento celular, reduz o rendimento e há um aumento no teor de nitrogênio solúvel, reflexo da escassez de compostos redutores e carboidratos, bem como redução nos teores de carboidratos solúveis, clorofilas e queda na síntese de ácidos graxos (MARENCO & LOPES, 2009).

4.2.1.3 Zinco

As plantas de *Cordia superba* cultivadas no sistema hidropônico apresentaram, em todos os tratamentos, teores de zinco nas folhas (11,4 mg kg⁻¹) inferiores ao tratamento completo (27 mg kg⁻¹) obtido por Andrade (2010) (Tabela 6). A deficiência de zinco provocou clorose internerval das folhas mais

novas, as quais se apresentaram pequenas e estreitas, com internódios mais curtos, acarretando uma redução no crescimento em altura das plantas.

A deficiência de zinco afeta o crescimento da planta, com redução no crescimento dos internódios e produção de folhas retorcidas. Isso por que o zinco participa como componente estrutural e ativador das enzimas envolvidas no metabolismo do DNA e RNA, na divisão celular e na síntese de proteínas (MARSCHNER, 1995).

4.2.2 Área foliar e relação altura e diâmetro de coleto

O conhecimento da área foliar é de suma importância na avaliação do desenvolvimento do vegetal, pois a área foliar de uma dada espécie está diretamente relacionada a características fisiológicas como capacidade fotossintética e interceptação de luz (SEVERINO et al., 2004).

Aos 8 meses, as mudas de *Cordia superba* apresentaram valores médios de área foliar de 106,26; 105,89 e 99,58 cm²/folha, respectivamente para os tratamentos H0, H3 e H6 (Tabela 6).

Tabela 6 Área foliar de plantas de *Cordia superba* aos 8 meses de idade, produzidas pelo sistema hidropônico.

TRATAMENTOS	ÁREA FOLIAR (cm ² /folha)
H0	106,26 b
H3	105,89 b
H6	99,58 b
MATRIZ	306,92 a
CV (%)	28,76

As médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O baixo crescimento foliar das plantas de *Cordia superba* possivelmente possa ser explicado pela combinação da deficiência nutricional de manganês, zinco e ferro.

A relação altura/diâmetro do coleto das mudas de *Cordia superba* produzidas no sistema hidropônico variou entre 6,34 e 7,76 (Tabela 7). Segundo Carneiro (1995) uma boa relação entre altura/diâmetro para que as mudas de espécies florestais tenham um bom índice de qualidade, em qualquer fase de produção deve ser entre 5,4 e 8,1.

Tabela 7 Relação entre altura da parte aérea/diâmetro de caule de *Cordia superba* produzidas em sistema hidropônico aos 8 meses de idade.

TRATAMENTOS	RELAÇÃO H/DC
H0	7,54 b
H3	6,34 a
H6	7,76 b
CV (%)	23,04

As médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados parecidos foram encontrados por José, Davide e Oliveira (2005) estudando a produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira) em diferentes tamanhos de tubetes e densidades de cultivos. Os índices H/D encontrados pelos autores variaram entre 7,3 a 9,8. Pacheco et al., (2013) ao avaliarem o crescimento inicial de mudas de jacarandá e paineira em diferentes níveis de sombreamento, concluíram que quanto maior o nível de sombra, maior é a relação H/D, não indicando portanto, produção de mudas dessas espécies em níveis de sombreamento que possam comprometer a qualidade final das mudas.

4.3 Experimento 2: Produção de mudas de *Cordia superba* pelo sistema convencional - Altura de plantas e diâmetro de caule

A composição dos diferentes substratos exerceu efeito significativo na altura de plantas de *Cordia superba* (Tabela 8). O substrato 1, composto por casca de arroz carbonizada, vermiculita e fibra de coco com adição de 8kg/m³ do fertilizante osmocote, foi o que apresentou maior média de altura de plantas,

112 centímetros (cm), seguido pelo substrato 3 (Terra de subsolo e esterco de curral curtido na proporção volumétrica de 2:1, acrescentado 4 kg/m³ do fertilizante Superfosfato simples, 3 kg/m³ calcário dolomítico, 3 kg/m³ do fertilizante concentrado 4-14-8 e 0.3 kg/m³ do fertilizante sulfato de zinco) com média de altura de 41 cm e substrato 2 (Terra de subsolo e esterco de curral curtido, na proporção volumétrica de 3:1, acrescentando-se 4 kg/m³ de fertilizante superfosfato simples e 1 kg/m³ do fertilizante cloreto de potássio), com média de 36 cm. (Figura 12 e 14).

Os teores equilibrados dos nutrientes presentes no fertilizante Osmocote associado a características físicas como drenagem e aeração do substrato 1 podem explicar o crescimento superior das plantas nesse substrato.

Resultados semelhantes quanto ao uso do Osmocote, foram constatados por Cunha et al., (2002), ao avaliarem o desenvolvimento de mudas de cafeeiro em diferentes substratos alternativos, à base de composto orgânico, esterco de curral, casca de arroz carbonizada e terra de subsolo. Silva et al., (2013) também conseguiram resultados satisfatórios ao produzir mudas de Eucalipto com substratos à base de casca de arroz carbonizada, vermiculita e fibra de coco, adicionando-se Osmocote na dose de 6,0 kg m⁻³.

Mesmo com o baixo desenvolvimento das plantas cultivadas nos substratos 2 e 3, esses valores são bem superiores aos encontrados por Junior (2008), que ao utilizar compostos de lixo urbano como substrato para produção de mudas florestais, conseguiu valores máximos para altura da *Cordia superba* de 18,64 cm aos 210 dias após a semeadura.

Para diâmetro de caule (Tabela 8), o substrato 1 foi o que obteve maior valor, com 19,18 (mm); para demais substratos, não houve diferença significativa (Figura 13).

Para Cunha et al., (2002) o diâmetro de caule das mudas de café, pode ser afetado pelo tipo de substrato, sugerindo em seus estudos o uso do

substrato composto por Plantmax e Osmocote, podendo também usar substrato alternativo constituído de 50% de esterco bovino. Dias e Melo (2009) verificaram que o esterco bovino e a cama de peru proporcionam decréscimos no diâmetro de caule de mudas de café com o aumento de seus percentuais, não proporcionando diferença significativa entre as duas fontes.

Tabela 8 Altura e Diâmetro de caule de mudas de *Cordia superba* produzidas em diferentes substratos aos 8 meses de idade.

TRATAMENTOS	ALTURA (cm)	DIÂMETRO DE CAULE (mm)
S1	111,8 a	19,18 a
S2	36,5 b	7,4 b
S3	41,9 b	9,91 b
CV (%)	17,67	14,75

As médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

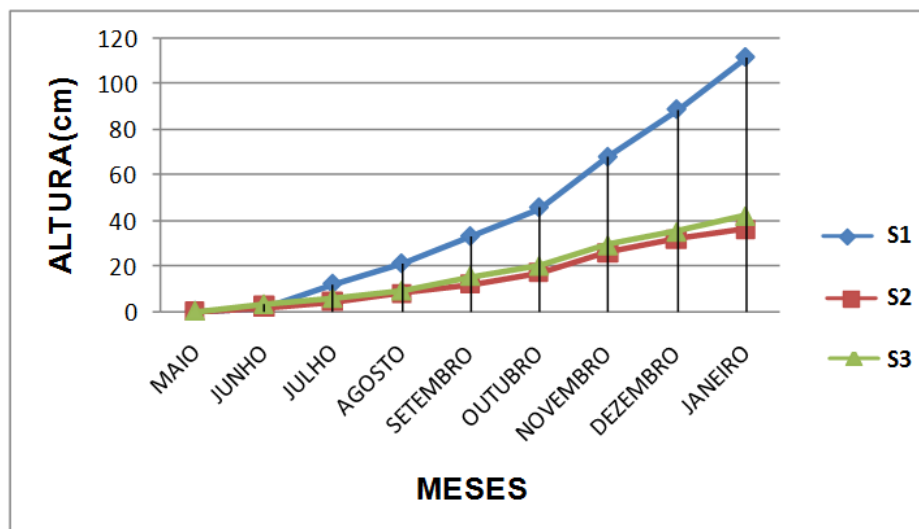


Figura 10 Crescimento em altura de mudas de Cordia superba em função dos diferentes substratos.

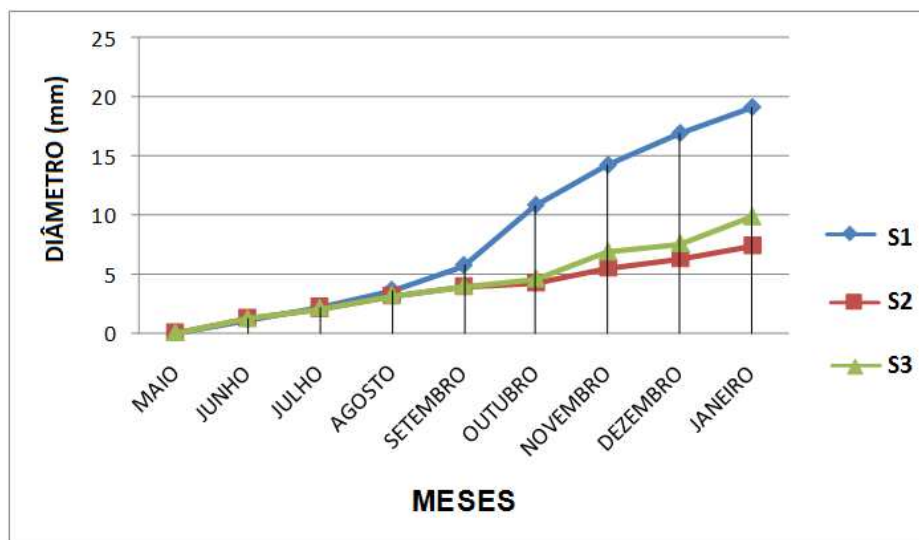


Figura 11 Diâmetro de caule de Cordia superba em função dos diferentes substratos.

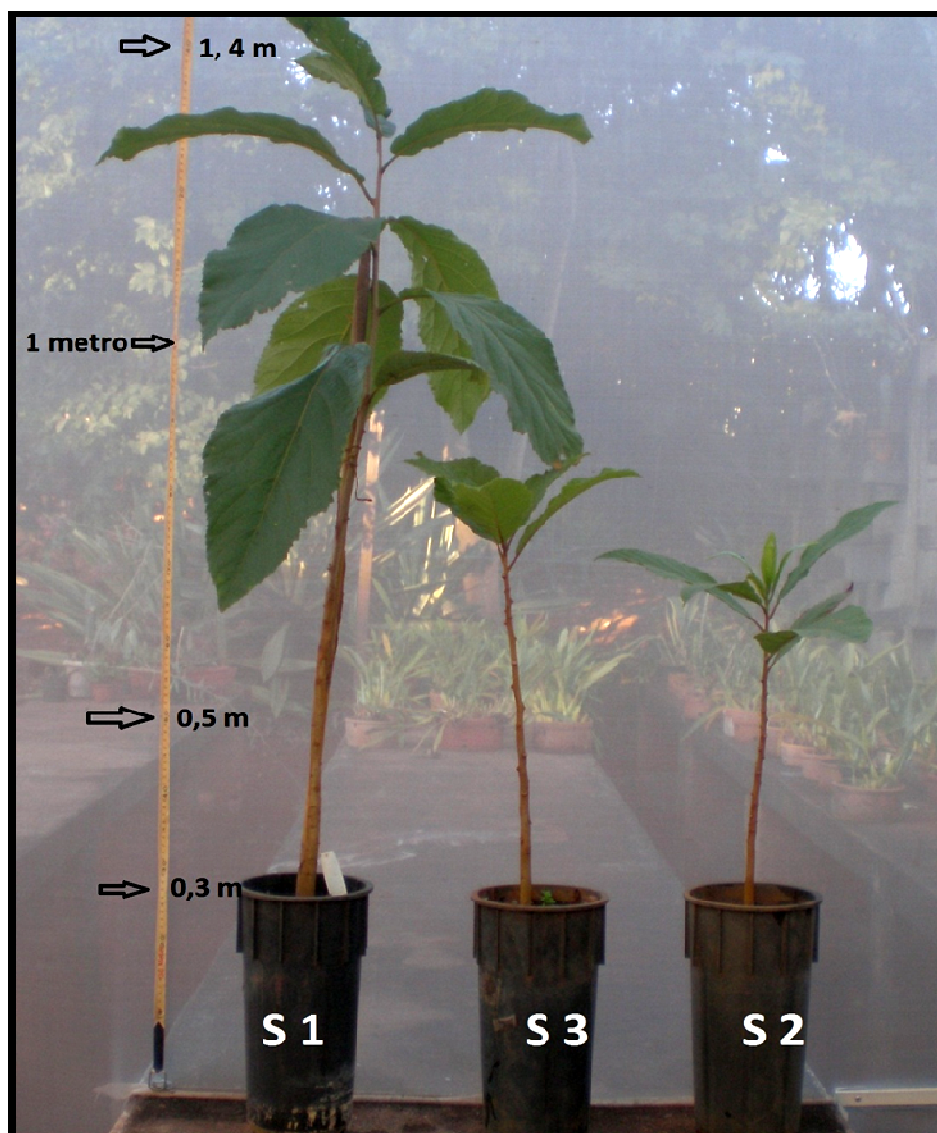


Figura 12 Plantas de *Cordia superba* produzidas em diferentes substratos, aos 8 meses de idade.

4.3.1 Análise química foliar

Análise química foliar dos vegetais fornece informações que podem revelar o estado nutricional das plantas, como forma de direcionar o manejo nutricional para maximizar a produção (SMITH; LONERAGAN, 1997).

A seguir (Tabelas 9 e 10), para efeito de comparação, serão mostrados os resultados da análise química foliar (Tratamento completo) da *Cordia superba* encontrado por Andrade (2010) e os valores da análise química foliar dos 3 substratos utilizados nesta pesquisa.

Tabela 9 Teores de macronutrientes nas folhas de babosa-branca cultivada em diferentes substratos, comparados ao tratamento completo proposto por Andrade (2010).

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
	g/kg					
Completo	20	4,8	21	18	3	1,2
S1	25,8	7,1	26,1	7,4	3,9	4,8
S2	24,1	4,1	22,9	9,2	3,6	3,8
S3	24,3	4,6	23,2	8,5	3,4	4,1

Tabela 10 Teores de micronutrientes nas folhas de babosa-branca cultivada em diferentes substratos, comparados ao tratamento completo proposto por Andrade (2010).

Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg/kg				
Completo	69	6	240	25	27
S1	31,3	7,7	151,8	662,7	47,9
S2	26,9	7,1	205,3	4501	36
S3	22,8	7,3	137,2	36,6	75

Embora tenha havido diferença significativa no crescimento das plantas em função do tipo de substrato, não foi possível verificar visualmente nenhum sintoma de deficiência foliar nos substratos 2 e 3. Ao analisar os resultados dos teores foliares, verifica-se equilíbrio entre as concentrações dos nutrientes dos

substratos, exceto para o teor de manganês encontrado nas plantas cultivadas no substrato 1, sendo 26 vezes maior que a concentração do tratamento completo descrito por Andrade (2010). Essa alta capacidade de absorção de manganês pode estar relacionada a características evolutivas da espécie em questão, que se adaptou a solos onde há altos teores de manganês disponíveis para a planta, geralmente associada ao baixo pH em solos de regiões tropicais e subtropicais (Dechen et al., 1991).

Vale destacar também as baixas concentrações de boro nas folhas, quando comparadas com o tratamento descrito por Andrade (2010). As concentrações de boro nas plantas de *Cordia superba* variaram entre 22,8 e 31,3 mg kg⁻¹ de matéria seca do tecido, considerando-se concentrações entre 30 e 50 mg kg⁻¹ como adequadas para o crescimento normal das plantas. Plantas deficientes em boro, apresentam concentrações foliares menores que 15 mg kg⁻¹ (Malavolta et al., 1980; Furlani, 2004).

4.3.2 Área foliar e relação altura e diâmetro de coleto

O conhecimento da área foliar é de suma importância na avaliação do desenvolvimento do vegetal, por estar diretamente relacionada a importantes características fisiológicas como capacidade fotossintética e interceptação de luz (SEVERINO et al., 2004).

Aos 8 meses, as mudas de *Cordia superba* produzidas em diferentes substratos apresentaram os seguintes valores de área foliar: 322,9, 144,4 e 103,2 cm², respectivamente para os substratos 1, 3 e 2 (Tabela 11).

Tabela 11 Área foliar de plantas de *Cordia superba* aos 8 meses de idade, produzidas pelo sistema convencional com diferentes substratos.

TRATAMENTOS	ÁREA FOLIAR (cm ²)
MATRIZ	306,92 a
S1	322,92 a
S2	103,26 b
S3	144,42 b
CV (%)	26,04

As médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O baixo crescimento foliar da *Cordia superba* cultivado nos substratos 2 e 3, pode estar associado ao baixo desenvolvimento vegetativo das plantas (36,5 e 41,9 cm de altura, respectivamente). Para o substrato 1, a área foliar das mudas, apresentou valores iguais aos da planta matriz, indicando bom desenvolvimento das plantas cultivadas nesse substrato.

Na relação altura/diâmetro de colo, Sturion e Antunes (2000), dizem que essas são uma das variáveis usadas para avaliar a qualidade de mudas florestais, pois além de refletir o acúmulo de reservas, assegura à planta maior resistência e melhor fixação das raízes no solo. Mudanças com baixo diâmetro do colo apresentam dificuldades de se manterem eretas após o plantio. O tombamento decorrente dessa característica pode resultar em morte ou deformações que comprometem o valor silvicultural dos indivíduos.

Essa relação entre altura e diâmetro de colo é reconhecida como um dos melhores, se não o melhor indicador do padrão de qualidade de mudas (MOREIRA e MOREIRA, 1996), sendo, em geral, o mais indicado para determinar a capacidade de sobrevivência de mudas no campo (DANIEL et al., 1997).

A relação entre altura/diâmetro do coleto das mudas de *Cordia superba* produzidas nos diferentes substratos variou entre 4,4 e 5,85 (tabela 13). Segundo Carneiro (1995) uma boa relação entre altura/diâmetro para que as mudas tenham um bom índice de qualidade, em qualquer fase de produção deve ser

entre 5,4 e 8,1. Verifica-se na Tabela 12 que as mudas produzidas no substrato 1, confirmam a proposição de Carneiro (1995), caracterizando-se portanto, mudas de qualidade.

Tabela 12 Relação entre altura da parte aérea e diâmetro de caule de *Cordia superba* produzidas em diferentes substratos aos 8 meses de idade.

TRATAMENTOS	RELAÇÃO H/DC
S1	2,85 b
S2	5,01 ab
S3	4,40 a
CV (%)	18,56

As médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Ao avaliar parâmetros morfológicos de *Araucaria angustifolia* e *Ocotea odorifera*, Rossa et al., (2011) conseguiram bons índices de H/DC dentro dos padrões recomendados para obtenção de mudas de qualidade usando fertilizante de liberação lenta.

Brondani et al. (2008) também obtiveram bons resultados usando doses de Osmocote no crescimento de *Anadenanthera peregrina*, recomendando doses de 3544 mg dm⁻³ do fertilizante para melhores relações de H/DC. Mudas de *Araucaria angustifolia* e *Ocotea odorifera* tiveram altos índices H/DC quando cultivadas em substratos com adição de Osmocote (ROSSA et al., 2013), fugindo da escala de valores recomendada por Carneiro (1995).

5 CONCLUSÕES

A análise radiográfica de sementes de *Cordia superba* possibilita a visualização da sua morfologia interna, a detecção de cavidades embrionárias vazias e cheias e má formação de embriões.

O processo de produção de mudas de *Cordia superba* pelo sistema hidropônico com embebição direta das sementes na solução nutritiva apresenta melhores resultados de altura e diâmetro de caule.

A solução nutritiva utilizada na pesquisa, não atende às necessidades nutricionais de micronutrientes exigidos pela espécie *Cordia superba*.

O substrato composto por casca de arroz carbonizada, fibra de coco e vermiculita na proporção volumétrica de 1:1:1, mais adição de 8 kg/m³ do fertilizante Osmocote, apresenta os melhores parâmetros fito-técnicos como altura, diâmetro de caule, área foliar e relação altura/diâmetro de caule quando comparados aos demais substratos utilizados nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E. U.; SADER, R.; BRUNO, R.L A.; ALVES, A. U. Maturação de sementes de sabiá. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 1. P. 01-08, 2005.
- AMARAL, J. B.; MARTINS, L.; FORTI, V. A.; CICERO, S. M.; MARCOS FILHO, J. Teste de raios X para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de ipê-roxo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 33, n. 4, p. 601 - 607, 2011.
- ANDRADE, M. L. F. **Efeito da deficiência nutricional em três espécies florestais nativas**. 2010. 156 p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992, 365p.
- BRONDANI, G. E.; SILVA, A. J. C.; REGO, S. S.; CRISI, F. A.; NOGUEIRA, A. C.; ARAUJO, M. A. Fertilização de liberação controlada no crescimento inicial de Angico-branco. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 167-176, 2008.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995, 451 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Colombo PR : Embrapa Florestas. 2010, v. 4, 645 p.
- CEMIG. **Manual de Arborização**. Belo Horizonte, 2008. 111 p.
- CONCEIÇÃO, P. M.; VIEIRA, H. D. Qualidade fisiológica e resistência do recobrimento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 3, p. 48-53, 2008.
- CORREA, M. C. **Produção de batata semente pré-básica em canteiros, vasos e hidroponia**. 2005. 120p. Dissertação (Mestrado/Fitotecnia), Universidade Federal de Lavras, 2005.
- CORVELHO, W. B. V.; VILLELA, F. A.; NEDEL, J. L.; PESKE, S. T. Maturação fisiológica de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21. n. 2, p. 23-27, 1999.

COX, W. (2012). **New US urban area data released**. Newgeography. Retrieved from newgeography website: <http://www.newgeography.com/content/002747-new-us-urban-area-data-released>

CUNHA, R. L. DA; SOUZA, C. A. S.; ANDRADE NETO, A. DE; MELO, B. DE; CORRÊA, J. F. Avaliação de substrato e tamanhos de recipientes na formação de mudas de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 26, n. 1, p. 7-12, jan./fev. 2002.

DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; ALOVISI, A. A.; MAZZOCHIN, L.; TOKURA, A. M.; PINHEIRO, E. R. P.; SOUZA, E. F. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium* Willd. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 163-168, 1997.

DECHEN, A. R.; HAAG, H. P.; CARMELLO, Q. A. C. **Função dos micronutrientes nas plantas**. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. (Ed). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Potafos/CNPq, 1991. p. 65-75.

DIAS, R.; MELO, B. Proporção de material orgânico, no substrato artificial, na produção de mudas de cafeeiro em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 144-152, jan./fev. 2009

DUTRA, T. R. **Crescimento e nutrição de mudas de copaíba em dois volumes de substrato e níveis de sombreamento**. 2010. 45p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2010.

FACHINELLO, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 221 p, 2005.

FAQUIN, V. **Diagnose do estado nutricional das plantas**. Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas no Agronegócio. UFLA/FAEPE. 2002. 75 p.

FAQUIN, V.; CHALFUN, N. N. J. “Hidromudas: **Processo de produção de porta-enxerto de mudas frutíferas, florestais e ornamentais enxertadas em hidroponia**”. 2006.BRN.PI 0802792-7. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/menu-superior/pesquisas> > Acesso em: 15 fev 2013.

FAQUIN, V.; FUTINI NETO, A. E.; VILELA, L. A. A. **Produção de alface em hidroponia**. Lavras: UFLA. Departamento de Ciência do Solo, 1996. 51 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

FURLANI, A. M. C. **Nutrição mineral**. In: KERBAUY, G. B., ed. Fisiologia Vegetal. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, p. 40-75. 2004.

FURLANI, P. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia NTF**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. (Boletim Técnico, 168 p).

GARCIA-GOMEZ, A.; BERNAL, M. P.; ROIG, A. Growth of ornamental plants in two composts prepared from agroindustrial wastes. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v. 83, n. 1, p. 81-87, 2002.

GOMES, W. A.; CHALFUN, N. N. J.; PECHE, P. M.; MENEZES, T. P.; SOARES FILHO, W. S.; FAQUIM, V. **Estudos de diferentes alturas de repicagem na produção de biomassa de porta-enxertos cítricos em sistema**. Congresso Brasileiro de fruticultura, Bento Gonsalves-RS, outubro, 2012.

GOMES, W. A. **Produção de mudas de porta-enxertos e sistemas de condução de plantas borbulheiras cítricas em hidroponia**. 2013. 93p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

GRAVE, F.; FRANCO, E. T. H.; PACHECO, J. P.; SANTOS, S. R. Crescimento de plantas jovens de açoita cavalo em quatro diferentes substratos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 4, p. 289-298, 2007.

HILDEBRAND, E.; GRAÇA, L. R.; MILANO, M. S. Distância de deslocamento dos visitantes dos parques urbanos em Curitiba, PR. **Revista Floresta e Ambiente**. Rio de Janeiro, v.8, n.1, p 76-83, Jan/dez. 2002.

HILL, L. **Segredos da propagação de plantas**. São Paulo: Nobel, 1996. 245p.

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. Produção de mudas de Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 187-196, abr./jun. 2005.

JUNIOR, A. G. O. **Utilização de composto de lixo urbano como substrato para produção de mudas de espécies arbóreas**. 2008. 17p. Monografia – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; SILVA, M. I. L.; JERÔNIO, J. F.; VALE, L. S.; BELTRÃO, N. E. M. Substratos para produção de mudas de mamoneira compostos por misturas de cinco fontes de matéria orgânica. **Ciência e Agrotecnologia**, lavras, v.30, n. 3, p. 474-479, maio/jun. 2006.

LIMA, V. V. F.; VIEIRA, D. L. M.; SALOMÃO, A. N.; MUNDIM, R. C.; SEVILHA, A. C. **Germinação de espécies de floresta decidual após armazenamento: implicações para restauração**. Revista Brasileira de Biociência, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 96-98, jul. 2007.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. V.1, 368 p.

MACEDO, M. C.; ROSA, Y. B. C. J.; JUNIOR, E. J. R.; SCALON, S. P. Q.; TATARA, M. B. Produção de mudas de Ipê-branco em diferentes substratos. **Cerne**, Lavras, v. 17, n.1, p.95-102, jan./mar. 2011.

MAGUIRE, J. D. Seeds of germination AID selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres. 254 p. 1980.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2 ed. Piracicaba, Potafos. 319p. 1997.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. 3.ed. Viçosa, MG, Ed. UFV. 324 p. 2009.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**.2. ed. London: Academic Press, 1995.

MARTINS, S. S.; SILVA, D. D. Maturação e época de colheita de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. Ex Benth. **Revista Brasileira de sementes**, Brasília, v. 19, n.1, p. 96-99, 1997.

MCPHERSON, G. E.; XIAO, Q.; AGUARON, E. A new approach to quantify and map carbon stoerd, sequestered and emissions avoided by urban foersts. **Landscape and urban planning**, EUA, v. 120, p 70-84. 2013.

MOREIRA, F. M. S.; MOREIRA, F. W. Característica de germinação de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia, em condições de viveiro. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 26, n. 1/2, p. 3-16, 1996.

NERY, M. C. **Aspectos morfofisiológicos do desenvolvimento de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich.** 2005, 36p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

OLIVEIRA, E. A. B. **Viabilidade da produção de mudas cítricas em sistema hidropônico.** 2007. 48 p. Monografia (Graduação em Agronomia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

PACHECO, J. Substratos e estacas com e sem folha no enraizamento de *Luehea divaricata* Mart. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 1900-1006, jul. 2008.

PACHECO, F. V.; PEREIRA, C. R.; SILVA, R. L.; ALVARENGA, I. C. Crescimento inicial de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex. Benth. (fabaceae) e *Chorisia speciosa* A. St. – Hil (malvaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.5, p.945-953, 2013.

PARDO, V. A.; ANDRADE, R. N. B. de; FERREIRA, A. G. **Cultura em vitro de embriões de *Cordia superba* L.**In : CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 50., 1999, Blumenau . Programa e resumos. Blumenau : Sociedade Botânica do Brasil : Universidade Regional de Blumenau, 1999. 119 p.

PUPIM, T. L.; NOVEMBRE, A. D. L.; CARVALHO, M. L. M.; CICERO, S. M. Adequação do teste de raios X para avaliação da qualidade de sementes de embaúba (*Cecropia pachytachya* Trec). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n.2, p.28-32, 2008.

RESH, H. M. **Cultivo hidropônicos.** Madri: Muni-Prensa, 1997. 509 p.

ROSSA, U. B.; ANGELO, A. C.; NOGUEIRA, A. C.; REISSMANN, C. B.; GROSSI, F.; RAMOS, M. R. Fertilizante de liberação lenta no crescimento de mudas de *Araucaria angustifolia* e *Ocotea odorifera*. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 41, n. 3, p. 491-500, jul/set. 2011.

ROSSA, U. B.; ANGELO, A. C.; NOGUEIRA, A. C.; WESTPHALEN, D. J.; BASSACO, M. V. M.; MILANI, J. E. F.; BIANCHIN, J. E. Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento de *Schinus terebinthifolius* e *Sebastiania commersoniana*. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 43, n. 3, p. 93-1004, jan/mar. 2013.

SALINAS, A. R.; CRAVIOTTO, R. M.; BISARO, V.; GALLO, C. D. V.; ARANGO, M. X-ray characterization of ginkgo bilobal. seeds using digital and manual measurements. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 3, p. 1-7, 2012.

SAWKA, M.; MILLWARD, A.; MCKAY, J.; SARKOVICH. **Growing summer energy conservation through residential tree planting**. Landscape and urban planning, EUA, v. 121, p 1-9. 2014.

SEVERINO, L. S.; CARDOSOS, G. D.; VALE, L. S.; SANTOS, J. W. Método para determinação da área foliar da momoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande v. 8, n.1, p. 753-762, 2004.

SILVA, R. B. G.; SIMÕES, D. ANDRADE, F. R.; SILVA, M. R. Qualidade de mudas seminais de Eucalipto em função dos substratos e fertilização de liberação controlada. **Interciência**, v. 38, n. 3, p. 215-220, 2013.

SILVA, V. N.; SARMENTO, M. B.; SILVEIRA, A. C.; SILVA, C. S.; CICERO, S. M. Avaliação da morfologia interna de sementes de *Acca sellowiana* O. Berg por meio de análise de imagens. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 35, n. 4, p. 1158-1169, Dezembro 2013.

SIMAK, M. **Testing of forest tree and shrub seeds by X-radiography**. In: GORDON, A. G.; GOSLING, P.; WANG, B. S. P. **Tree and shrub seed handbook**. Zurich: ISTA, p.1-28. 1991.

SKELHORN, C.; LINDLEY, S.; LEVERMORE, G. The impact of vegetation types on air and surface temperatures in a temperate city: A fine scale assessment in Manchester, UK. **Landscape and urban planning**, EUA, v. 121, p 129-140. 2014.

SOCOLOWSKI, F.; CICERO, S. M. Caracterização morfológica de embriões por imagens de raios x e relação com a massa e a qualidade fisiológica de sementes de *tecoma stans* L. Juss. Ex Kunth (Bignoniaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v.30, n.2, p.200-208, 2008.

SOUZA, A. G. et al. Production of peach grafts under hydroponic conditions. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 2, p. 22-23, 2011.

SOUZA, L. A.; REIS, D. N.; SANTOS, J. P.; DAVIDE, A. C. Uso de raios-x na avaliação da qualidade de sementes de *Platypodium elegans* Vog. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 343-347, 2008.

SOUZA, P. V. D.; CARNIEL, E.; FOCESATO, M. L. Efeito da composição do substrato no enraizamento de estacas de maracujazeiro azedo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n.2, p. 276-279, ago. 2006.

STURION; J. A.; ANTUNES, B. M. A. **Produção de mudas de espécies florestais**. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins de produtivos e ambientais**, Colombo: 2000. p.125-150.

WENLDING, I.; PAIVA, H. N. **Coleção de jardinagem e paisagismo**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2002. 116 p. (Série Produção de Mudas Ornamentais).