



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

FATORES AMBIENTAIS E FISIOLÓGICOS RELACIONADOS À
PROPAGAÇÃO ASSEXUADA DO MAMOEIRO (*Carica papaya* L) E DE
ESPÉCIES AFINS

MIGUEL ALFREDO RUIZ LOPEZ

TESE DE DOUTORADO
EM AGRONOMIA

BRASÍLIA/DF
DEZEMBRO/2016



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

FATORES AMBIENTAIS E FISIOLÓGICOS RELACIONADOS À
PROPAGAÇÃO ASSEXUADA DO MAMOEIRO (*Carica papaya* L.) E DE
ESPÉCIES AFINS

MIGUEL ALFREDO RUIZ LOPEZ

ORIENTADOR: OSVALDO KIYOSHI YAMANISHI

TESE DE DOUTORADO
EM AGRONOMIA

PUBLICAÇÃO: 053D/2016

BRASÍLIA/DF
DEZEMBRO/2016



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**FATORES AMBIENTAIS E FISIOLÓGICOS RELACIONADOS À
PROPAGAÇÃO ASSEXUADA DO MAMOEIRO (*Carica papaya* L) E DE
ESPÉCIES AFINS**

MIGUEL ALFREDO RUIZ LOPEZ

TESE DE DOUTORADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM AGRONOMIA NA ÁREA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA SUSTENTÁVEL.

APROVADO POR:

OSVALDO KIYOSHI YAMANISHI, Doutor (UnB) (Orientador)
CPF: 065.273.838-94. E-mail: okyamanishi@gmail.com

MARCIO DE CARVALHO PIRES, Doutor (UnB) (Examinador interno)
CPF: 844.256.601-53 E-mail: mcpires@unb.br

ALBERTO CARLOS QUEIROZ PINTO, Doutor (Examinador externo)
CPF: 020 949 243 -00 E-mail: alcapi@terra.com.br

IVONE MIDORI ICUMA, Doutor (Examinador externo)
CPF: 224.740.991-15 E-mail: ivone@unb.br

ELIEMAR CAMPOSTRINI, Doutor (Examinador externo)
CPF: 588.361.016-15 E-mail: campost@uenf.br

Brasília, dezembro de 2016

FICHA CATALOGRAFICA

Ruiz, L. Miguel.

Fatores Ambientais e Fisiológicos Relacionados à Propagação Assexuada do Mamoeiro (*Carica papaya* L) e de Espécies Afins/ Miguel Alfredo Ruiz Lopez; Orientação de Osvaldo Kiyoshi Yamanishi. Brasília, 2016.

69p. :Il.

Tese de Doutorado (D) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2016.

Palavras chave: Caricáceas; clonação; fisiologia vegetal.

053D/2016

Frut. / FAV

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

RUIZ, L. Miguel. Fatores Ambientais e Fisiológicos Relacionados à Propagação Assexuada do Mamoeiro (*Carica papaya* L) e de Espécies Afins. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2016, 69p. Tese de Doutorado.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Miguel Alfredo Ruiz Lopez

TÍTULO DA TESE DE DOUTORADO: Fatores Ambientais e Fisiológicos Relacionados à Propagação Assexuada do Mamoeiro (*Carica papaya* L) e de Espécies Afins

GRAU: Doutor

ANO: 2016

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese de doutorado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

Miguel Alfredo Ruiz Lopez

CPF 758.135.211-00

E-mail: miguelruizlopez@hotmail.com

*El futuro nos debe interesar,
pues es allí donde viviremos el resto de nuestros días.*

Rodolfo Llinás.

AGRADECIMENTOS

Ao Brasil, pela sua aposta na educação pública e gratuita de qualidade.

À CAPES, pela concessão de bolsa de doutorado.

Aos professores e funcionários do setor de fruticultura da UnB, pelo acolhimento e valiosos ensinamentos.

Ao professor Luis Miguel Mejia Giraldo, pelo apoio nas análises estatísticas.

Ao produtor Ricardo José Machado da fazenda Riacho Doce e a família MacLaughlin da fazenda Skybury, pelo suporte e motivação para o desenvolvimento desta pesquisa.

A Barbara Campos pelo apoio e correções ao estilo e ao português.

E, em especial, ao professor Osvaldo, pelos seus ensinamentos, orientação e apoio.

FATORES AMBIENTAIS E FISIOLÓGICOS RELACIONADOS À PROPAGAÇÃO ASSEXUADA DO MAMOEIRO (*Carica papaya* L) E DE ESPÉCIES AFINS

RESUMO GERAL

O mamão é considerada uma espécie dióica e polígama (trióica), apresentando, segundo as variedades, flores unissexuais e hermafroditas. O tipo floral estabelece o formato do fruto a ser desenvolvido. Frutos provenientes de plantas/flores hermafroditas apresentam maior aceitação no mercado por terem frutos de formato alongado, pequena cavidade ovariana e um valor comercial maior. A propagação e implementação de pomares de mamoeiro é realizada via sementes, pelo qual se faz necessária a prática da sexagem logo após o aparecimento das primeiras flores. Para lograr uma densidade final de plantas hermafroditas aceitável, o produtor deve plantar três a quatro mudas por cova para a futura seleção, o que aumenta a necessidade de mudas e contribui para o aumento no custo de produção. A propagação assexuada é uma alternativa para a solução destes problemas, mantendo as características desejáveis da planta-mãe, controle do sexo das plantas e custos menores na instalação do pomar, adicionando precocidade na produção. Por outro lado, a propagação assexuada via enraizamento de estacas e a subsequente enxertia, abrem a possibilidade de seleção e uso de materiais com características e adaptações locais superiores, sendo uma alternativa para a solução de problemas gerados por doenças, somando as características desejáveis da planta-mãe (enxerto) e as características desejáveis do porta-enxerto. Esta pesquisa foi dividida em cinco capítulos. No primeiro, a pesquisa focou-se em identificar um espectro de diferenças entre algumas espécies da mesma ordem que o mamão, assim como o efeito do alagamento, monitorando a troca gasosa, na procura de porta-enxertos. No segundo, foi avaliada a compatibilidade de mamão como garfo em outras espécies. No terceiro capítulo, foi avaliado o efeito de dois indutores hormonais comerciais no enraizamento de estacas herbáceas de mamoeiro com diferentes tamanhos. No quarto capítulo, foi avaliada a possibilidade de enraizar estacas basais sem folhas, em comparação com estacas apicais folhosas rotineiramente usadas. E, no quinto capítulo, foi avaliada grossura, presença de folhas e ápice de crescimento nas estacas, associado ao pré-condicionamento dos brotos laterais na planta mãe. Foi encontrado, como resultados gerais, que diferentes tipos de estacas, apresentam níveis satisfatórios de enraizamento para serem usados em programas de propagação em larga escala, ou nos casos em que o material a propagar é limitado. O ponto de saturação luminosa indica que os materiais avaliados suportam níveis de sombreamento semelhantes, sendo plantas predominantemente heliófilas. Todos os materiais avaliados se apresentaram negativamente sensíveis às mudanças causadas pela hipóxia. Foi confirmada a possibilidade de enxertia inter-genérica dentro da família Caricaceae, usando *C. papaya* sobre *Vasconcellea cf goudotina*.

Palavras chave: Caricáceas; clonação; fisiologia vegetal.

ENVIRONMENTAL AND PHYSIOLOGICAL FACTORS RELATED TO THE ASEXUAL PROPAGATION OF PAPAYA (*Carica papaya* L.) AND OF RELATED SPECIES

MAIN ABSTRACT

Papaya is considered a dioecious and polygamous species (trioecious), presenting depending on the variety, unisexual and hermaphrodite flowers. The floral type determines the fruit shape being developed. Fruits from hermaphrodite plants/flowers have greater market acceptance for producing elongated fruits, small ovarian cavity and greater business value. The spread and implementation of papaya orchards is performed from seeds, for which reason is necessary the practice of sexing, soon after the appearance of the first flowers. To achieve a final density of acceptable hermaphrodite plants in the field, the farmer should plant three to four plants per hole for future selection, which increases the need for seedlings and contributes to increase the production cost. The asexual propagation is an alternative to the solution of these problems, while retaining the desirable characteristics of the parent plant, plant sex control and lower costs in the orchard installation, adding earliness production. On the other hand, the asexual propagation from cuttings and subsequent grafting, open the possibility to the selection and use of local materials with superior features and adaptations, as an alternative to the solution of problems caused by disease, by adding the desirable characteristics of the mother plant(scion) and the desirable characteristics of the rootstock. This research was divided into five chapters. At first, the research were focused on identifying a spectrum of differences between some species of the same order as papaya, like flooding effect, monitoring gas exchange. In the second chapter, papaya grafting compatibility was evaluated. In the third chapter, the effect of two commercial hormone was evaluated to inducing rooting of herbaceous cuttings of papaya with different sizes. In the fourth chapter was evaluated the possibility of rooting for basal cuttings without leaves, compared to apical leafy cuttings routinely used. And, in the fifth chapter, thickness, presence of leaves and growing tip in the cuttings were measured, associated with the preconditioning of the side shoots on the mother plant. It was found, as overall performance, that different types of cuttings may be used, rooting with satisfactory levels, for use in propagating programs on a large scale, or where the material to be spread is limited. The light saturation point indicates that the assessed material support similar levels of shading, being predominantly heliophila plants. All evaluated materials showed to be negatively sensitive to changes caused by hypoxia. The possibility of inter-generic grafting was confirmed within the Caricaceae family using *C. papaya* scion on *Vasconcellea cf goudotina* rootstock.

Keywords: Caricaceas; cloning; vegetal physiology.

CONTEÚDO

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO GERAL..... | 1 |
| 2 | OBJETIVOS..... | 4 |
| 2.1 | OBJETIVO GERAL..... | 4 |
| 2.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 4 |
| 3 | REVISÃO DE LITERATURA..... | 5 |
| 4 | RESPOSTA FOTOSSINTÉTICA DE ALGUMAS ESPÉCIES DA ORDEM BRASSICALES A DIFERENTES FLUXOS DE LUZ E INUNDAÇÃO..... | 13 |
| | PHOTOSYNTHETIC RESPONSE OF SOME SPECIES OF BRASSICALES ORDER TO DIFFERENT STREAMS OF LIGHT AND FLOOD..... | 14 |
| 4.1 | INTRODUÇÃO..... | 15 |
| 4.2 | MATERIAIS E MÉTODOS..... | 17 |
| 4.3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 19 |
| 4.4 | CONCLUSÕES..... | 25 |
| 5 | COMPATIBILIDADE ENTRE ESPÉCIES DA ORDEM BRASSICALES..... | 26 |
| | GRAFTING COMPATIBILITY BETWEEN SPECIES FROM THE FAMILY BRASSICALES..... | 27 |
| 5.1 | INTRODUÇÃO..... | 28 |
| 5.2 | MATERIAIS E MÉTODOS..... | 32 |
| 5.3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 33 |
| 5.4 | CONCLUSÕES..... | 36 |
| 6 | INFLUÊNCIA DE DOIS SOLUÇÕES ESTIMULANTES E DO TAMANHO DE ESTACAS HERBÁCEAS NO ENRAIZAMENTO DO MAMOEIRO..... | 37 |
| | INFLUENCE OF TWO STIMULATING SOLUTIONS AND SIZE OF HERBACEOUS PAPAYA CUTTINGS ON ROOTING..... | 38 |
| 6.1 | INTRODUÇÃO..... | 39 |
| 6.2 | MATERIAL E MÉTODOS..... | 40 |
| 6.3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 41 |
| 6.4 | CONCLUSÕES..... | 44 |

| | | |
|-----|---|----|
| 7 | ENRAIZAMENTO DE ESTACAS BASAIS DO MAMOEIRO | 45 |
| | ROOTING OF BASAL CUTTINGS OF PAPAYA..... | 46 |
| 7.1 | INTRODUÇÃO | 47 |
| 7.2 | MATERIAL E MÉTODOS | 48 |
| 7.3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 50 |
| 7.4 | CONCLUSÕES..... | 52 |
| 8 | EFEITO NO ENRAIZAMENTO DO PRECONDICIONAMENTO DE ESTACAS DE MAMOEIRO, DA SUA GROSSURA E A PRESENÇA DE FOLHAS E ÁPICE DE CRESCIMENTO..... | 53 |
| | ROOTING EFFECT OF BRANCHES PRE-CONDITIONING, THICKNESS, LEAVES AND GROWING TIP PRESENCE | 54 |
| 8.1 | INTRODUÇÃO | 55 |
| 8.2 | MATERIAIS E MÉTODOS | 56 |
| 8.3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 59 |
| 8.4 | CONCLUSÕES..... | 61 |
| 9 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 62 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1: FLOR, FRUTO E CAVIDADE OVARIANA DE PLANTAS HERMAFRODITAS DE MAMÃO | 8 |
| FIGURA 2: FLOR, FRUTO E CAVIDADE OVARIANA DE PLANTAS FEMININAS DE MAMÃO | 8 |
| FIGURA 3: METODOLOGIA DE INUNDAÇÃO DE PLANTAS USADO NO EXPERIMENTO DE RESPOSTA FOTOSSINTÉTICA A DIFERENTES FLUXOS DE LUZ E INUNDAÇÃO | 19 |
| FIGURA 4: RAMOS LATERAIS DE MAMÃO COLETADOS E DIVIDIDOS PARA FORMAR OS TRATAMENTOS DO EXPERIMENTO SOBRE ENRAIZAMENTO DE ESTACAS BASAIS DO MAMOEIRO | 49 |
| FIGURA 5: FORMAÇÃO DE RAÍZES EM ESTACAS BASAIS SEM FOLHAS E TERMINAIS COM FOLHAS | 51 |
| FIGURA 6: IMAGENS DOS TRATAMENTOS E DO TAMANHO DAS ESTACAS USADOS NO EXPERIMENTO SOBRE ENRAIZAMENTO DE ESTACAS COM FOLHAS E SEM FOLHAS DE ÁRVORES DE MAMÃO | 58 |

INDICE DE GRAFICOS

| | |
|--|----|
| GRÁFICO 1: PRODUÇÃO BRASILEIRA DE MAMÃO ENTRE 2004 E 2014 | 5 |
| GRÁFICO 2: RELAÇÕES EVOLUTIVAS DA FAMÍLIA CARICACEAE | 12 |
| GRÁFICO 3: AFINIDADES FILOGENÉTICAS ENTRE AS ESPÉCIES USADAS NO EXPERIMENTO DE RESPOSTA FOTOSSINTÉTICA A DIFERENTES FLUXOS DE LUZ E INUNDAÇÃO | 15 |
| GRÁFICO 4: CURVAS DE COMPORTAMENTO DA FOTOSSÍNTESE EM DIFERENTES FLUXOS DE FÓTONS FOTOSSINTÉTICOS (DFFF), PARA CADA ESPÉCIE USADA NO EXPERIMENTO DE RESPOSTA FOTOSSINTÉTICA A DIFERENTES FLUXOS DE LUZ E INUNDAÇÃO | 20 |
| GRÁFICO 5: CURVAS DE COMPORTAMENTO FOTOSSINTÉTICO A DIFERENTES TEMPOS DE INUNDAÇÃO, POR MATERIAL ESTUDADO, NO EXPERIMENTO DE RESPOSTA FOTOSSINTÉTICA A DIFERENTES FLUXOS DE LUZ E INUNDAÇÃO | 23 |
| GRÁFICO 6: CURVAS DE COMPORTAMENTO DA CONDUTIVIDADE ESTOMÁTICA EM DIFERENTES TEMPOS DE INUNDAÇÃO, POR MATERIAL ESTUDADO, NO EXPERIMENTO DE RESPOSTA FOTOSSINTÉTICA A DIFERENTES FLUXOS DE LUZ E INUNDAÇÃO | 24 |
| GRÁFICO 7: RELAÇÕES EVOLUTIVAS NA FAMÍLIA CARICACEAE E PROXIMIDADE RELATIVA COM O MAMÃO | 31 |
| GRÁFICO 8: MODELAGEM DO EXPERIMENTO SOBRE COMPATIBILIDADE ENTRE ESPÉCIES DA ORDEM BRASSICALES. | 33 |
| GRÁFICO 9: DISTRIBUIÇÃO DOS PESOS DA MATÉRIA FRESCA NAS ESTACAS DE MAMÃO APÓS 30 DIAS DE ENRAIZAMENTO NO EXPERIMENTO SOBRE INFLUÊNCIA DE SOLUÇÕES ESTIMULANTES E DO TAMANHO DAS ESTACAS HERBÁCEAS | 42 |
| GRÁFICO 10: REGRESSÃO LINEAR DA RELAÇÃO ENTRE PESO DE FOLHAS E TALOS SOBRE RAÍZES NO EXPERIMENTO SOBRE INFLUÊNCIA DE SOLUÇÕES ESTIMULANTES E DO TAMANHO DAS ESTACAS HERBÁCEAS | 44 |
| GRÁFICO 11: RESULTADOS DO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS BASAIS E TERMINAIS DE MAMOEIRO | 50 |
| GRÁFICO 12: RESULTADOS DO VOLUME DE RAÍZES DESENVOLVIDAS PELAS ESTACAS BASAIS SEM FOLHAS E TERMINAIS COM FOLHAS QUE APRESENTARAM ENRAIZAMENTO | 51 |
| GRÁFICO 13: RESULTADOS DO ENRAIZAMENTO DOS TRATAMENTOS USADOS NO EXPERIMENTO SOBRE ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE MAMOEIRO COM FOLHAS E SEM FOLHAS | 60 |

INDICE DE TABELAS

| | |
|---|----|
| TABELA 1: CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICO- TAXONÔMICA DO MAMOEIRO | 6 |
| TABELA 2: HERANÇA GENÉTICA DO SEXO EM MAMOEIRO | 7 |
| TABELA 3: CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS USADOS NO EXPERIMENTO DE RESPOSTA FOTOSSINTÉTICA A DIFERENTES FLUXOS DE LUZ E INUNDAÇÃO | 18 |
| TABELA 4: FOTOSSÍNTESE MÁXIMA E PONTOS DE COMPENSAÇÃO LUMÍNICA, DAS ESPÉCIES ESTUDADAS NO EXPERIMENTO DE RESPOSTA FOTOSSINTÉTICA A DIFERENTES FLUXOS DE LUZ E INUNDAÇÃO | 22 |
| TABELA 5: ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA CONDUTÂNCIA, ENCONTRADOS NO EXPERIMENTO DE RESPOSTA FOTOSSINTÉTICA A DIFERENTES FLUXOS DE LUZ E INUNDAÇÃO | 23 |
| TABELA 6: PEGAMENTO DOS ENXERTOS NO EXPERIMENTO SOBRE COMPATIBILIDADE ENTRE ESPÉCIES DA ORDEM BRASSICALES. | 34 |
| TABELA 7: COMPOSIÇÃO DOS ESTIMULANTES HORMONAIIS USADOS COMO TRATAMENTOS NO EXPERIMENTO SOBRE INFLUÊNCIA DAS SOLUÇÕES ESTIMULANTES DO ENRAIZAMENTO E DO TAMANHO DAS ESTACAS HERBÁCEAS | 41 |
| TABELA 8: DIFERENÇA MÍNIMA SIGNIFICATIVA (TESTE LSD) PARA RAIZ POR TAMANHO DE ESTACAS NO EXPERIMENTO SOBRE INFLUÊNCIA DE SOLUÇÕES ESTIMULANTES E DO TAMANHO DAS ESTACAS HERBÁCEAS | 43 |
| TABELA 9: TIPOS DE TRATAMENTO DAS ESTACAS, CONFORME SUAS CARACTERÍSTICAS USADOS NO EXPERIMENTO SOBRE ENRAIZAMENTO DE ESTACAS COM FOLHAS E SEM FOLHAS | 57 |
| TABELA 10: DISTRIBUIÇÃO DO VOLUME DE RAIZ SEGUNDO O TRATAMENTO, ENCONTRADO NO EXPERIMENTO SOBRE ENRAIZAMENTO DE ESTACAS COM FOLHAS E SEM FOLHAS DE ÁRVORES DE MAMÃO | 60 |

1 INTRODUÇÃO GERAL

A implantação comercial convencional de pomares de mamão geralmente é realizada por meio de sementes, o que gera plantas heterogêneas, dificultando a padronização e causando irregularidades na produção. Além do inconveniente genético o custo operacional de instalação do pomar, sem considerar o custo da semente, é aproximadamente três vezes maior que o de um pomar estabelecido por mudas provenientes de propagação vegetativa. Gerando custo pela necessidade de implementar de 3 a 4 plântulas por cova, para, após sexagem, manter uma porcentagem alta de plantas hermafroditas no pomar. Plantas hermafroditas são as que produzem frutos com alto valor comercial. Neste cenário, a propagação assexuada é uma alternativa para a solução destes problemas, mantendo as características desejáveis da planta-mãe, controle do sexo das plantas e custos menores na instalação do pomar, adicionando precocidade na produção.

A propagação assexuada por meio de enraizamento de estacas e a subsequente enxertia, abrem a possibilidade de uso de materiais com características superiores como uma alternativa para a solução de problemas gerados pelas doenças, somando as características desejáveis da planta-mãe (enxerto) e as características desejáveis do porta-enxerto.

O uso de porta-enxertos resistentes a pragas e doenças facilita sistemas de produção mais limpos, ao evitar a aplicação de pesticidas, com a subsequente produção de frutas mais limpas. A propagação clonal permite também a obtenção de mudas homogêneas, com material de elite selecionado localmente. Como resultado, os produtores de mamão podem produzir seu próprio material para a instalação dos pomares a um custo menor do que o atual e com características genéticas selecionadas localmente. Isso todo resulta em vantagens técnicas para o êxito econômico do cultivo de mamão.

A propagação via estaquia em mamão, realizada usando ramos laterais com folhas, foi proposta por Allan em 1964, e usada até a atualidade em programas e pesquisas de propagação desta espécie. Este procedimento segue de forma geral, os procedimentos de enraizamento indicados para estacas herbáceas, baseados em que o mamoeiro é considerado uma planta semilenhosa gigante. Nesta pesquisa, estudou-se a possibilidade de usar estacas com outras características, no intuito de facilitar o manejo no viveiro, em especial a possibilidade de remover as folhas, já que estas são grandes e quando presentes nas estacas ocupam um grande espaço nas estufas de enraizamento e demandam cuidados sanitários rigorosos.

Tomando como base estudos evolutivos do mamão e a sua proximidade filogenética com outras espécies que evoluíram a partir de um ancestral comum e se adaptaram a diferentes ambientes e condições meteorológicas, explorou-se também nesta pesquisa, a possibilidade de encontrar porta-enxertos para mamão com adaptações específicas para diferentes situações.

O primeiro capítulo focou-se na identificação de um espectro de diferenças entre algumas espécies da ordem Brassicales, assim como o efeito do alagamento, monitorando trocas gasosas. Verificou-se neste estudo, que existem diferenças nas taxas fotossintéticas entre os materiais avaliados. No entanto, o comportamento geral das espécies seguiu o mesmo padrão. O ponto de saturação luminosa indica que os materiais avaliados suportam níveis de sombreamento semelhantes, sendo plantas predominantemente heliófilas. Todos os materiais avaliados se apresentaram-se negativamente sensíveis às mudanças causadas pela hipóxia induzidas pelo alagamento. No entanto as 48 horas de alagamento avaliadas neste experimento não foram suficientes para causar a morte das plantas.

No segundo capítulo, foi avaliada a compatibilidade de mamão como padrão em outras espécies da mesma ordem, o Brassicales. Os resultados encontrados permitem confirmar a possibilidade de enxertia entre materiais de *Carica*, em especial quando as condições ambientais são favoráveis. Não foi comprovada compatibilidade de *Carica papaya* como copa sobre porta-enxertos de *Jaracatia spinosa* e *Moringa olerifera*. Foi confirmada a possibilidade de enxertia inter-genérica dentro da família Caricaceae, usando *C. papaya* sobre *Vasconcellea cf goudotina*, situação que abre a possibilidade para usar a resistência ou tolerância a doenças do solo presentes no gênero *Vasconcellea* e não presentes no mamão.

No terceiro capítulo desta pesquisa, foi avaliado o efeito de dois indutores hormonais comerciais no enraizamento de estacas herbáceas folhosas de mamoeiro, em casa de vegetação, com diferentes tamanhos. Os resultados obtidos indicam que o tamanho inicial das estacas influencia o vigor geral da planta regenerada, sendo que estacas maiores desenvolvem maior volume de raízes após o período de enraizamento. Os dois tipos de hormônios apresentaram resultados similares de enraizamento e de peso de raízes desenvolvidas pelas estacas em estudo.

No quarto capítulo, foi estudada a possibilidade de enraizar estacas basais sem folhas, em comparação com estacas apicais folhosas rotineiramente usadas. Os testes indicam como resultado, que o tipo de estaca, terminal ou basal, não tem efeito na porcentagem de enraizamento, porém, a presença do ápice e das folhas nas estacas tiveram um efeito significativo na quantidade de raízes desenvolvidas. Estes resultados abrem a possibilidade,

em programas de propagação em larga escala, ou nos casos em que o material a propagar é limitado, de usar ambos tipos de estacas, já que os dois tipos têm similar capacidade de enraizamento.

No quinto capítulo, foi avaliada a espessura, a presença de folhas e ápice de crescimento nas estacas, associado ao pré-condicionamento dos brotos laterais na planta mãe. O pré-condicionamento, consiste em preparar as estacas quando ainda estão ligados à planta mãe. A operação envolve o corte das folhas e ápices (segundo os tratamentos), uma semana antes da remoção das estacas da árvore, a fim de forçar o intumescimento das gemas. Os resultados indicam que o tamanho das estacas não mostrou diferenças significativas quanto à sua capacidade de enraizamento e volume de raízes desenvolvidas. Estacas sem folhas, foram os tratamentos mais promissores para a produção em massa nos viveiros, uma vez que permitem maior densidade (dupla ou tripla), com menos pressão de doença e maior facilidade de manejo quando comparados com estacas com folhas. A prática do pré-condicionamento de estacas parece ajudar no enraizamento em estacas sem folhas.

Esta pesquisa, em conjunto, traz informações relevantes, para a definição de um protocolo comercial para produção de mudas clonais de mamoeiro via enraizamento de estacas e enxertia. O estudo partiu da coleta de experiências de produtores e pesquisas realizadas em diferentes países, agrupando conhecimentos gerados em diferentes regiões e instituições, articulando-os com o intuito de focar o trabalho em gerar conhecimentos que permitam ao produtor de mamão, produzir mudas que atendam às suas necessidades e as do setor. Portanto, o trabalho realizado apresenta características de inovação tecnológica, ao propor uma alternativa no estabelecimento de novos pomares de mamão no qual são salvos alguns dos principais problemas na face de instalação das lavouras.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Aportar informação e tecnologia relevantes, para ajudar na definição de um protocolo comercial para produção de mudas clonais de mamoeiro via enraizamento de estacas e enxertia.

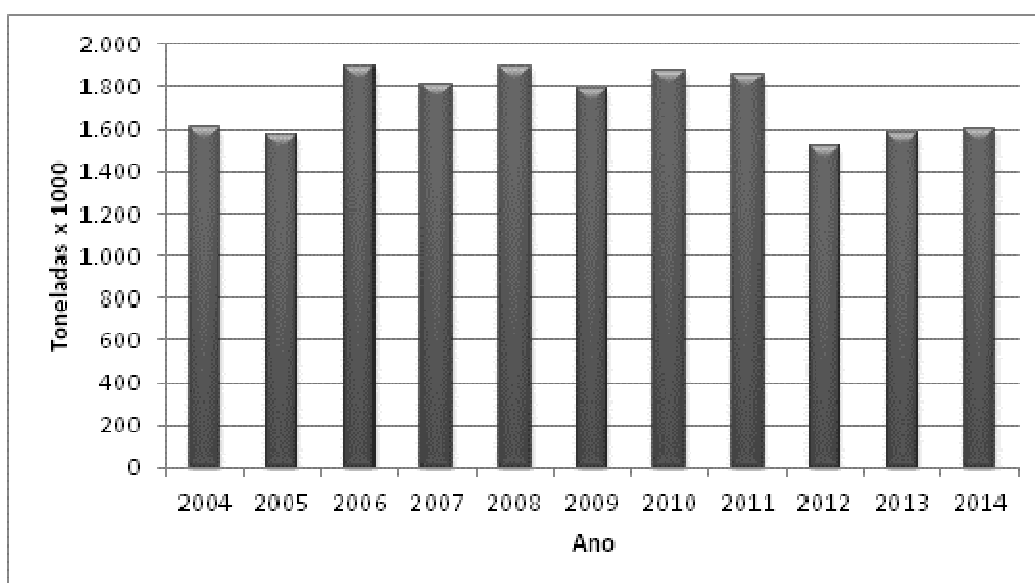
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar espectros de diferenças entre as espécies, monitorando trocas gasosas, visando à possibilidade de serem utilizados em programas de enxertia de mamão.
- Avaliar a compatibilidade de mamão sobre diferentes materiais genéticos da ordem Brassicales usados como possíveis porta-enxerto.
- Contrastar, em casa de vegetação, o efeito de dois indutores hormonais comerciais no enraizamento de estacas herbáceas de mamoeiro com diferentes tamanhos.
- Comparar, em casa de vegetação, o enraizamento de estacas herbáceas de mamoeiro basais sem folhas e estacas herbáceas apicais com folhas
- Avaliar o efeito da grossura das estacas e a presença de ápice e folhas, associada ao pré-condicionamento em campo, sobre o enraizamento em casa de vegetação.

3 REVISÃO DE LITERATURA

A cultura do mamoeiro (*Carica papaya* L.) tornou-se uma cultura de fundamental importância para o setor agrícola brasileiro, por gerar empregos e absorver mão de obra o ano todo, sendo uma importante fonte de divisas para o país. O Brasil é o segundo produtor mundial dessa fruta, apresentando nos últimos dez anos produção anual média de 1.728.019 toneladas (Gráfico 1), com produção de 1.603.351 toneladas em 2014, participando com 21,3% da produção e 12,03% das exportações mundiais da fruta. O Brasil está entre os principais países exportadores de mamão junto com México e Guatemala, exportando mamão com regularidade, principalmente para o mercado europeu. No entanto, as exportações do mamão representam menos de 2,2% do que é produzido no país, indicando a importância do consumo interno para o setor. (IBGE, 2014; AGRIANUAL, 2016)

Gráfico 1: Produção brasileira de mamão entre 2004 e 2014



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do IBGE (2014).

No Brasil, os principais estados produtores de mamão são Bahia e Espírito Santo, responsáveis por cerca de 60% da produção nacional. Ceará, Rio Grande do Norte e Minas Gerais representam 21% (IBGE, 2014).

O mamão no Brasil mostra um aumento na exportação, em grande parte, pelo esforço dos produtores e exportadores pela adoção da certificação e rastreabilidade da produção integrada, para garantir a segurança do produto no mercado. A abertura de mercados deve-se principalmente à adoção do Sistema Integrado de Medidas para Diminuição de Risco –

“System Approach”, que habilitou as empresas produtoras de mamão a exportar para os Estados Unidos (BRASIL, 2000).

Apesar de todo esse desenvolvimento e aprimoramento da cadeia de comercialização, a cultura enfrenta algumas dificuldades de ordem técnica que demandam inovações tecnológicas. Os pomares de mamão precisam ser renovados aproximadamente a cada três anos, devido principalmente à pressão de doenças e pela altura alcançada pelas plantas situação que encarece ou dificulta as práticas de manejo e colheita (SOUZA, 2000).

Carica é considerado um gênero monoespecífico, contando apenas com a espécie *C. papaya*. Esta classificado como parte da ordem Brassicales e a família Caricaceae (Tabela 1). A planta de mamão é considerada de porte pequeno, apresentando entre 2m e 10m de altura, quase herbácea e de madeira macia, tipicamente não ramificada. Os europeus a encontraram pela primeira vez nos trópicos americanos no início dos anos 1500, e o seu cultivo foi logo disseminado amplamente pelas colônias. O mamão é agora cultivado em todo o mundo, em climas tropicais e subtropicais, principalmente para o consumo como fruta fresca (OCDE, 2005).

Tabela 1: Classificação botânico- taxonômica do mamoeiro

| Categoria | |
|------------------|------------------|
| Ordem: | Brassicales |
| Família: | Caricácea |
| Gênero: | <i>Carica</i> |
| Espécie: | <i>C. papaya</i> |

Fonte: OECD (2005)

O mamoeiro é considerado dióico e polígamo (trióica), apresentando, segundo as variedades, flores unissexuais e hermafroditas, originadas em plantas do sexo masculino (forma andróica), feminino (ginóica) ou hermafrodita (androgínica) (OLIVEIRA et al., 2007b). A partir de polinização artificial e controlada, podem-se prever as porcentagens do sexo das descendências (Tabela 2), sendo que plantas femininas polinizadas com pólen de plantas hermafroditas produziram sementes com aproximadamente a metade das plantas femininas e a outra metade de plantas hermafroditas, onde não apareceram plantas masculinas. Sementes de plantas hermafroditas autofecundadas apresentaram uma proporção de 2/3 de plantas hermafroditas e 1/3 de plantas femininas, também não aparecendo plantas masculinas. Plantas hermafroditas polinizadas por machos produziram 1/3 de femininas, 1/3

de hermafroditas e 1/3 de machos. As sementes de frutas de plantas femininas polinizadas com flores masculinas produziram cerca de metade de plantas femininas e a outra metade de plantas masculinas (REYES 1981. OLIVEIRA et al., 2007b).

Tabela 2: Herança genética do sexo em mamoeiro

| Cruzamento | Porcentagem esperada de sexo das plantas | | |
|--|--|----------|-----------------|
| | Masculina | Feminina | Hermafrodita |
| | XY | XX | XY ^h |
| Hermafrodita x Hermafrodita XY ^h x XY ^h | * | 33 | 66 |
| Hermafrodita x Feminina XY ^h x XX | * | 50 | 50 |
| Hermafrodita x Masculina XY ^h x XY | 33 | 33 | 33 |
| Feminina x Masculina XX x XY | 50 | 50 | * |

* Quaisquer combinações dos cromossomos Y, (YY, Y^hY^h e YY^h) são letais e levam ao aborto do embrião.

Fonte: Adaptado de Ming et al. (2007)

A razão da importância do sexo das plantas do mamoeiro, deve-se a que o tipo sexual/floral estabelece o formato do fruto a ser desenvolvido. Frutos provenientes de plantas/flores hermafroditas (Figura 1) apresentam maior aceitação no mercado por produzirem frutos com maior relação peso/volume, de formato alongado, com variações de piriforme a cilíndrica, pequena cavidade ovariana e valor comercial maior, de aproximadamente o dobro dos frutos provenientes de plantas femininas. As plantas/flores femininas (Figura 2) produzem frutos arredondados ou ligeiramente ovalados, cuja cavidade interna é grande em relação à espessura da polpa. Por essa razão, plantas hermafroditas são o principal tipo de cultivo comercial em regiões tropicais, incluindo o Brasil (COSTA e PACOVA, 2003; MING et al., 2007).



Figura 1: Flor, fruto e cavidade ovariana de plantas hermafroditas de mamão

Fotos: OsvaldoYamanishi



Figura 2: Flor, fruto e cavidade ovariana de plantas femininas de mamão

Fotos: OsvaldoYamanishi.

A propagação do mamoeiro é geralmente realizada a partir de sementes. Assim, é necessária a prática da sexagem, operação essa realizada quando aparecem as primeiras flores, de três a quatro meses após o transplântio. Esta prática consiste na eliminação das plantas femininas e masculinas da lavoura, deixando somente as plantas hermafroditas. Para alcançar uma densidade final aceitável de plantas hermafroditas, deve-se plantar três a quatro mudas por cova para a futura sexagem, o que aumenta a necessidade de mudas e contribui para o aumento dos custos de produção.

Cálculos estimados no setor de Fruticultura da Universidade de Brasília - UnB indicam que o custo operacional de instalação do pomar a partir de sementes, sem considerar o seu custo de aquisição, é de aproximadamente três vezes maior do que o custo de um pomar estabelecido por mudas provenientes de propagação por estacas. O estabelecimento do pomar a partir de sementes é ineficiente em razão das perdas de tempo, trabalho, água e nutrientes, com impacto também na produção, pelo atraso devido à competição entre as plantas no

crescimento inicial. Outro inconveniente da propagação tradicional do mamão por sementes caracteriza-se pelo fato de que as mudas obtidas se apresentarão heterogêneas (diferentes geneticamente), o que pode levar a dificuldades na padronização e irregularidades na produção (RODRIGUES e PINTO, 1996; MING et al., 2007; PERES et al., 2016).

De outro lado, a maioria dos patógenos serve-se das sementes como veículo de transporte e como abrigo à sobrevivência. A semente, portanto, está diretamente envolvida na continuidade do ciclo de vida dos patógenos de uma para outra geração do hospedeiro. O mosaico (PRSV-P) e a meleira (Papaia Meleira vírus - PMeV) do mamoeiro são as principais viroses da cultura, apresentando-se como limitantes para a produção do mamão. A meleira é a doença que tem mais preocupado os produtores e exportadores, considerado o principal problema fitossanitário (REIS e CASA, 1998; RITZINGER e SOUZA, 2000).

Estudos realizados por Tapia-Tussell et al. (2014), sobre as formas de transmissão dos vírus indicam que o agente causal poderia ser eficientemente transmitido através das sementes. Assim, uma única semente infectada bastaria para iniciar uma epifítia em uma região livre do patógeno. Com sementes contaminadas pomares novos podem ser infestados, o que pode agravar o futuro da cultura, quer seja pela queda na produção, quer seja pelo incremento exagerado nos custos de produção relativos ao uso de medidas de proteção agrícola.

A convenção internacional para a proteção dos vegetais tem como propósito atuar eficaz e conjuntamente para prevenir a disseminação e introdução de pragas de plantas e de produtos vegetais, e estabelece, em seus artigos, a definição de Praga Quarentenária, qual seja, uma praga de importância econômica potencial para uma área em perigo (BRASIL, 2006). Em 2014, pela primeira vez, estudos demonstraram que a Papaia Meleira vírus (PMeV) é transmitida pelas sementes e concluiu-se que para mamão cv Maradol, o vírus pode ser transmitido à geração seguinte por meio de sementes contaminadas. Nesse sentido, o Departamento de Agricultura da Austrália em 2014, determinou que as importações de sementes de *C. papaya* provenientes do Brasil ou do México representavam um nível inaceitavelmente elevado de risco quarentenário à possível introdução de PMeV. O estudo de Tapia-Tussell et al. (2014) mostrou que a manutenção de normas rígidas no mercado de sementes e o desenvolvimento de métodos confiáveis de análises de PMeV em sementes são necessários para evitar a propagação de PMeV através de sementes de mamão. Entretanto, a opção para propagar mamão por estacas para os agricultores localizados em áreas livres de vírus, oferece uma oportunidade para manter os pomares e encontrar seleções locais (TAPIA-TUSSELL et al., 2014; AUSTRÁLIA, 2014).

No caso da citricultura, como exemplo, com uma forte pressão por doenças vasculares, as mudas produzidas para a instalação de novos plantios são realizadas em ambientes protegidos, com borbulhas e sementes originárias de plantas cultivadas em estufas protegidas, que garantem a propagação de material sadio e homogêneo. Estas ações buscam evitar ou atenuar a pressão por doenças até alcançar níveis aceitáveis de sanidade com um abrangente programa, que parte desde a detecção e a eliminação de vírus, viróides e bactérias em plantas matrizes, a condução das mudas em ambientes telados livres de vetores das doenças, até o plantio em campo de plantas maiores.

No que se refere a propagação, os métodos vegetativos relatados para a cultura do mamão são a enxertia, a estaquia e a cultura de tecidos. A propagação por enxertia é feita utilizando-se brotos laterais, sem folhas, e com aproximadamente 15 cm de comprimento, geralmente usando um porta-enxerto com diâmetro de cerca de 5 cm. O método mais comum é fenda cheia, o qual consiste em acondicionar a base dos brotos em forma de cunha e introduzi-los em uma brecha aberta em corte horizontal e parcial no caule do cavalo, a poucos centímetros do solo. Na Malásia, a enxertia é prática comum entre os produtores para substituição de plantas femininas por hermafroditas, utilizando-se a técnica de garfagem de fenda lateral no momento da sexagem (MARANCA, 1992)

A estaquia é um método de propagação vegetativa bastante utilizada e que se constitui em uma importante prática para obtenção de clones da planta matriz. Esta operação consiste em regenerar plantas a partir de segmentos vegetativos (ramos, raízes e folhas) que foram destacados da planta mãe e submetidos a condições apropriadas para regenerar novas plantas. No caso do mamoeiro, a primeira tentativa de propagação por estaquia relatada, foi realizada experimentalmente na Universidade de Natal, África do Sul, pelo Prof. Peter Allan em 1964. Este primeiro clone foi denominado “Honey Gold”. Esse material foi sucessivamente propagado por mais de 50 anos mantendo com sucesso as características originais da cultivar, concluindo que a seleção clonal recorrente produz plantas com alta uniformidade e produtividade, além de frutos de boa qualidade (ALLAN, 1990; RODRIGUES e PINTO, 1996; ALLAN e CARLSON, 2007).

Segundo análises realizadas por Ruggiero (1980), sobre trabalhos de propagação de mamoeiro por enxertia no Hawaii, pode-se afirmar que o mamoeiro responde de maneira similar a outras culturas quanto ao efeito de interação copa/porta-enxerto. Porém, essas interações ainda hoje precisam de mais estudos.

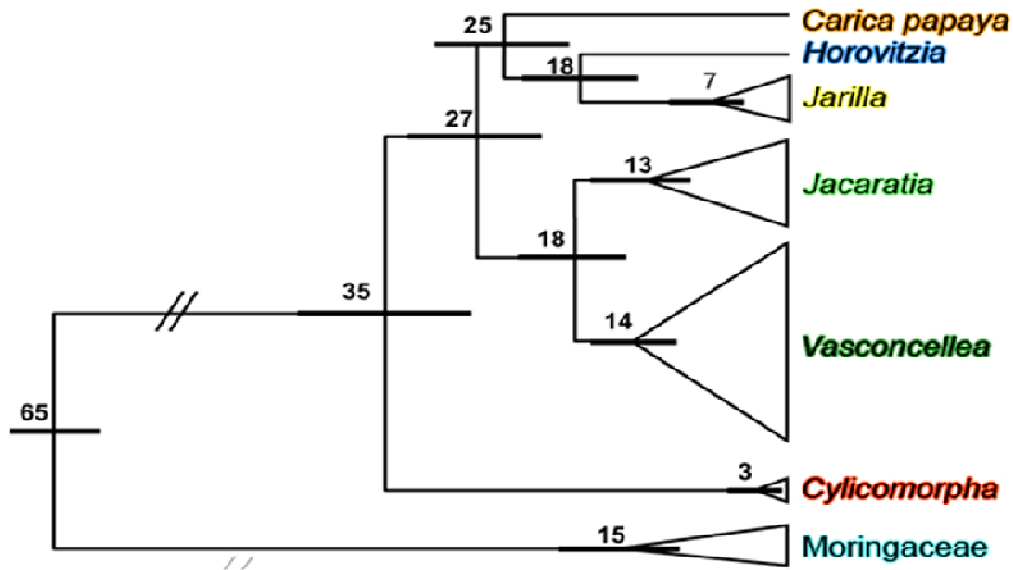
No que se refere a compatibilidade entre plantas para a formação de enxertos, não existe uma regra definida para determinar se duas plantas podem ser unidas, porém, em geral,

considera-se que entre maior proximidade botânica entre as plantas, maiores as probabilidades de que a união tenha êxito. Neste sentido, a classificação do mamão passou por muitas mudanças ao longo dos anos. O gênero *Carica* foi classificado sob várias famílias botânicas, incluindo *Passifloraceae*, *Cucurbitaceae*, *Bixaceae* e *Papayaceae*. É classificada atualmente sob a família *Caricaceae* (HARTMANN e KESTER, 1999; BADILLO, 2000; SILVA et al., 2007).

A família *Caricaceae* é uma família composta por seis gêneros: *Cylicomorpha*, *Jacaratia*, *Jarilla*, *Horovitzia*, *Carica* e *Vasconcellea*. A maioria dos membros são árvores ou arbustos. No entanto, três espécies de *Jarilla* são ervas. Duas espécies de *Caricaceae* ocorrem na África, ambas do gênero *Cylicomorpha*, sendo as duas árvores grandes restritas às florestas montanas úmidas ou submontanas. As demais *Caricaceae* são distribuídas no continente americano, do México ao Paraguai. Existe alta diversidade no gênero *Vasconcellea*, provavelmente causada pela intercompatibilidade entre as várias espécies, situação que leva ao aparecimento de híbridos com diferentes graus de fertilidade, os quais ocorrem espontaneamente em áreas onde a distribuição das espécies se sobrepõem (KYNDT et al., 2005; CARVALHO, 2013).

Do ponto de vista de recursos genéticos, o gênero *Vasconcellea* é considerado uma fonte potencial de genes de resistência a doenças para o melhoramento do mamão. Este gênero compreende 20 espécies e um híbrido (*Vasconcellea x heilbornii*) geralmente considerado como espécie. O gênero *Vasconcellea* esteve classificado como uma seção dentro do gênero *Carica*, com diferentes espécies, até o ano 2000, quando foi reclassificado como gênero independente. Estudos posteriores realizados por Aradhya et al. (1999); Van Droogenbroeck et al. (2002) (citados por KYNDT et al., 2005), com base em evidências morfológicas e genéticas, confirmaram a inclusão como gênero independente. Estudos filogenéticos utilizando dados moleculares indicam que o gênero *Vasconcellea* está mais intimamente relacionado com o gênero *Jacaratia* do que com *Carica* (Gráfico 2) (BADILLO 2000; RODRIGUEZ et al., 2005; KYNDT et al., 2005; CARVALHO, 2013).

Gráfico 2: Relações evolutivas da família *Caricaceae*



As barras indicam intervalos de previsão com 95% de probabilidade.

Os números indicam a escala de tempo geológica evolutiva em milhões de anos.

Fonte: Adaptado de Carvalho (2013)

Estes estudos também têm demonstrado que todos os gêneros da família Caricaceae e Moringaceae são monofiléticos, o que significa que todas as espécies atuais têm evoluído a partir de uma população ancestral comum. Portanto, Moringaceae é um grupo irmão das Caricaceae (CARVALHO e RENNER,2012).

4 RESPOSTA FOTOSSINTÉTICA DE ALGUMAS ESPÉCIES DA ORDEM BRASSICALES A DIFERENTES FLUXOS DE LUZ E INUNDAÇÃO

RESUMO

Ao lado de *Carica*, existem na natureza outros gêneros dentro da ordem Brassicales, que evoluíram de um ancestral comum e se adaptaram a diferentes ambientes e condições meteorológicas, abrindo a possibilidade de encontrar porta-enxertos com adaptações específicas para diferentes situações. A instalação de pomares de mamoeiro é realizada predominantemente a partir de sementes. No entanto, quando submetido à propagação vegetativa por enxertia o mamoeiro responde de forma semelhante a outras culturas na sua interação entre o porta-enxerto e enxerto, abrindo a possibilidade de encontrar combinações que potencializem a adaptação dessa cultura em diferentes condições climáticas e do solo. Este estudo teve como objetivo identificar um espectro de diferenças entre as espécies, monitorando trocas gasosas, visando a possibilidade de serem utilizados como porta-enxertos em programas de melhoramento de mamão. Os resultados indicam que as espécies testadas mostraram um amplo espectro de resposta e foram sensíveis às alterações provocadas pela inundação.

Palavras-chave: Fisiologia Vegetal, Mamão, Porta-enxertos.

PHOTOSYNTHETIC RESPONSE OF SOME SPECIES OF BRASSICALES ORDER TO DIFFERENT STREAMS OF LIGHT AND FLOOD

ABSTRACT

Beside *Carica*, there are other genera within the Brassicales order, which evolved from a common ancestor and adapted to different environments and meteorological conditions, opening up the possibility of finding rootstocks with specific adaptations for different situations. Currently the installation of papaya orchards is predominantly planted with seeds. However, papaya responds similarly to other cultures in relation to the effect of the interaction between graft / rootstock opening the possibility to find combinations that enhance adaptation to different climate and soil conditions. This study aimed to identify a spectrum of differences between species, monitoring gas exchange, aiming at the possibility of being used as rootstock in breeding papaya programs. The results demonstrate that the tested species showed a wide spectrum of response and were sensitive to changes caused by the flood.

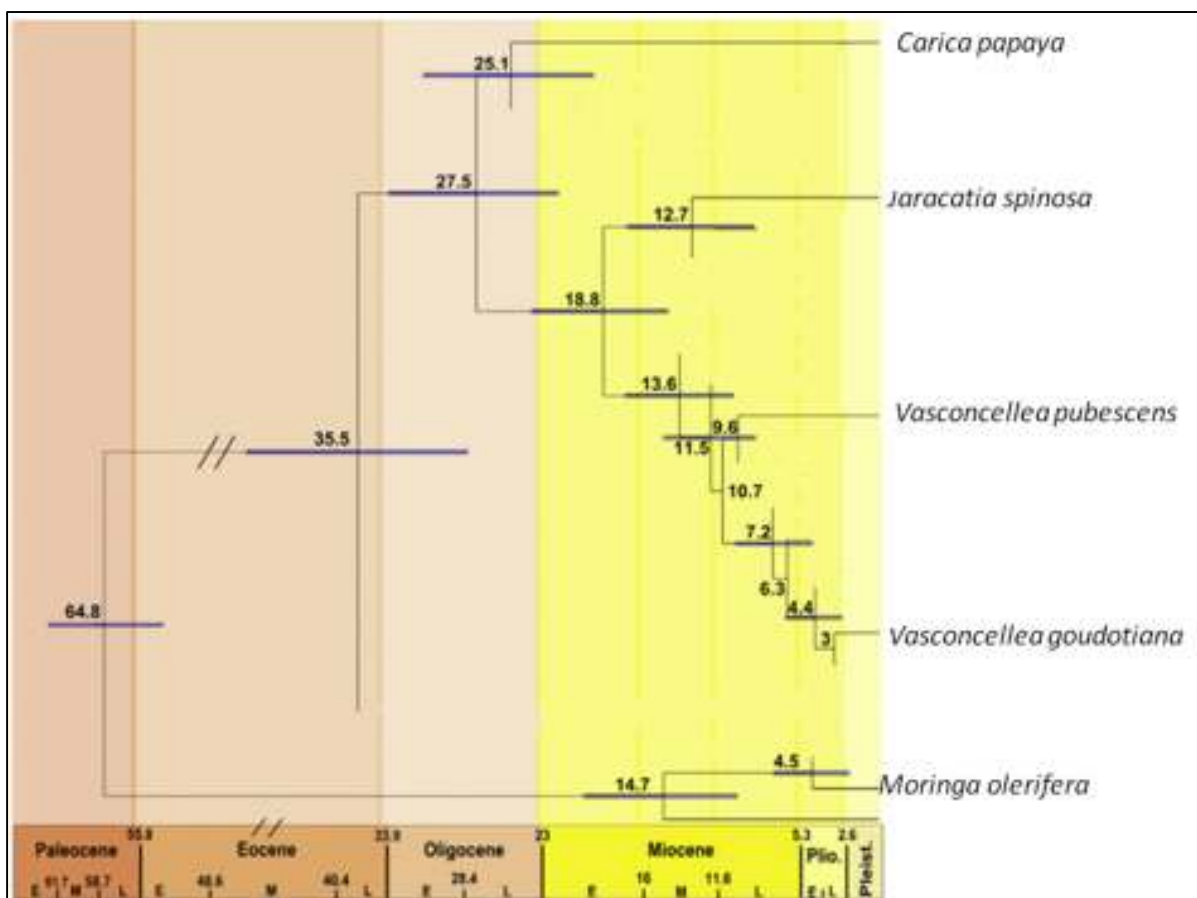
Keywords: Plant Physiology, Papaya, rootstocks.

4.1 INTRODUÇÃO

O mamão é uma planta herbácea mas devido à sua altura, cujas plantas podem chegar até nove metros, não é considerada uma planta tipicamente herbácea. É classificada como uma planta com metabolismo tipo C3. O efeito da radiação na assimilação líquida de CO₂ em mamão segue o padrão da maioria das plantas C3, assim como as características anatômicas das folhas (CAMPOSTRINI e GLENN, 2007).

Há outras famílias na ordem Brassicales com a mesma característica de ervas gigantes ou árvores semilenhosas, que evoluíram de um ancestral comum e que foram se adaptando a diferentes ambientes e condições climáticas ao longo do processo evolutivo (Gráfico 3). Essas plantas apresentam características de interesse para serem usadas como porta-enxertos de mamão com adaptações particulares.

Gráfico 3: Afinidades filogenéticas entre as espécies usadas no experimento de resposta fotossintética a diferentes fluxos de luz e inundação



As barras indicam intervalos de previsão com 95% de probabilidade.

Os números indicam a escala de tempo geológica evolutiva em milhões de anos.

Fonte: Adaptado de Carvalho e Renner (2012)

Oliveira et al. (2007) reporta que existe resistência a doenças que atacam o mamoeiro encontradas no gênero *Vasconcellea*, como a resistência à varíola (*Asperisporium caricae*) encontrada em *V. pubescens*; resistência a Fitoplasma encontrada em *V. parviflora*; resistência a *Phytophthora palmivora* encontrada em *V. goudotiana*. Assim como reporta que *V. cauliflora*, *V. pubescens.*, *V. quercifolia.*, *V. stipulatae* *V. x heilbornii* são fontes de resistência ao vírus da mancha anelar (*Papaya ringspot virus*, PRSV).

Conforme diferentes trabalhos acadêmicos, os porta-enxertos influenciam mais de 20 atributos hortícolas e fitopatológicos, tais como a absorção, a síntese e utilização de nutrientes; o tamanho, desempenho e longevidade das plantas; maturação, peso e retenção de frutas; tolerância a pragas, doenças e fatores abióticos como frio extremo, salinidade e seca. O uso de porta-enxertos é considerado essencial em citros. A frase de Jasper Joiner, proferida em 1955, resume uma condição ainda atual: "a escolha e utilização de um porta-enxerto pode significar a diferença entre o sucesso e o fracasso de uma cultura" (citado por CARLOS et al., 1997). O propósito do uso de enxertos em programas de propagação é a manutenção das características desejáveis, tanto das copas como dos porta-enxertos. Segundo análises realizadas por Ruggiero (1980), sobre trabalhos de propagação de mamoeiro por enxertia no Hawaii, pode-se afirmar que o mamoeiro responde de maneira similar a outras culturas quanto ao efeito de interação copa/porta-enxerto. Porém, essas interações ainda precisam de mais estudos (OLIVEIRA et al., 2008; SENTHILKUMAR et al., 2014).

A luz é um recurso crítico para as plantas, que podem ter suas funções alteradas pela sua escassez ou pela abundância, podendo até limitar o crescimento e produção. As curvas de resposta à luz podem ajudar a explicar algumas propriedades fisiológicas, contrastando plantas de sol e sombra (TAIZ e ZEIGER, 2013).

As inundações em pomares de mamão causam muito mais danos do que aqueles causados pela seca. As plantas de mamão não têm nenhuma resistência a inundações, embora haja relatos de que algumas plantas podem suportar períodos com as raízes em solos saturados. As inundações causam déficit hídrico na planta devido à falta de oxigênio nas raízes, causando interrupção na absorção de água. Quando ocorre uma inundação, o mamoeiro fica comprometido rapidamente, começando com o aparecimento de plantas mortas já no segundo dia de inundação. Mesmo depois de serem corrigidos os problemas de inundações, a recuperação dos pomares é muito lenta e pode ser agravada por doenças do solo (DANTAS et al., 2000).

O estresse em plantas induz mudanças, e são geradas respostas em todos os níveis funcionais, reversíveis no início, mas que podem se tornar permanentes se a situação que

causa o estresse perdurar. A deficiência de oxigênio na rizosfera altera a respiração, o ácido abscísico, os precursores de etileno. Estes dois últimos são formados em grandes quantidades nas folhas, induzindo fechamento parcial dos estômatos, epinastia e, muitas vezes, abscisão. As medições das trocas gasosas são amplamente utilizadas para investigar danos ao aparelho fotossintético e fornecer informações gerais sobre o estado fisiológico da planta.

Uma melhor compreensão das respostas das espécies a fatores ambientais específicos pode contribuir para um eficiente programa de porta-enxertos, adaptado às condições ecológicas específicas, tais como as inundações.

Este estudo teve como objetivo identificar um espectro de diferenças entre as espécies, monitorando a troca gasosa, visando a possibilidade de serem utilizados como porta-enxertos em programas de melhoramento de mamão.

4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Plantas foram conduzidas a partir de sementes em recipientes plásticos individuais contendo uma mistura de terra, areia e matéria orgânica em proporções iguais, com um volume aproximado de 2000 ml. Cultivadas em estufa com cobertura de tela preta com 50% de redução da radiação incidente e irrigação sob-copa por micro-aspersão. Plantas com uma idade de quatro meses foram usadas para conduzir os experimentos. As plantas foram cultivadas em vasos plásticos com substrato de terra, sob estufa telada e irrigação por aspersão. Este trabalho foi desenvolvido na Estação de Biologia da UnB, setor de Fruticultura, localizada na cidade de Brasília, no primeiro semestre de 2015 e constou de dois experimentos.

Experimento 1: Foram usadas, como material vegetal para a realização deste trabalho, duas variedades do gênero *Carica*, três espécies de *Vasconcellea*, uma espécie do *Jaracatia* e uma espécie de *Moringa* (Tabela 3).

Tabela 3: Classificação dos materiais usados no experimento de resposta fotossintética a diferentes fluxos de luz e inundação

| Ordem | Família | Gênero | Espécie | Cultivar | Denominação |
|-------------|------------|--------------|----------------|----------|----------------|
| Brassicales | Caricaceae | Carica | papaya | Sekati | Sekati |
| | | | | Tainung | Tainung |
| | | | | No.1 | |
| | Caricaceae | Vasconcellea | cf. goudotiana | 2000 | Vasconcellea 2 |
| | | | | 1500 | Vasconcellea 1 |
| | | | | | Papayuela |
| | | Jaracatia | | spinosa | Jaracatia |
| Moringaceae | Moringa | | olerifera | Moringa | |

Duas plantas de cada material foram selecionadas aleatoriamente na estufa para a realização de testes de curva de resposta à luz. Taxas de assimilação líquida de carbono foram medidas em um analisador de gás infravermelho (IRGA, sistema portátil de fotossíntese e fluorescência, Marca LI-COR, Mod. LI-6400XT). As medições foram realizadas na folha média das plantas e com uma densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF) variável: 2000, 1500, 1250, 1000, 750, 500, 250, 0, 250, 750, 1500 e 2000 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Durante a avaliação, a concentração de CO_2 na câmara foi mantida em cerca de 400 $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Experimento 2: Com base nos resultados das curvas de resposta à luz, foram selecionadas três espécies: a que apresentou a taxa de fotossíntese maior, a inferior e uma intermediária, a fim de estabelecer um espectro de resposta. Foram estabelecidos quatro períodos de inundação: 0, 6, 24 e 48 horas. Quatro plantas por tratamento, totalizando 48 plantas. A inundação foi estabelecida com a imersão total dos recipientes, contendo as plantas em outro recipiente maior (Figura 3). Nesses recipientes, manteve-se o nível de água entre 1-5 cm acima do nível do substrato, repondo-se a água perdida por evapotranspiração. Foram monitoradas a taxa de assimilação líquida de carbono e a condutância estomática com um analisador de gás infravermelho (IRGA). As medições foram realizadas na folha média das plantas, cinco vezes por cada planta como repetição. Essas medições foram realizadas com uma DFFF de 800 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Durante as avaliações, a concentração de CO_2 na câmara foi mantida em cerca de 400 $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$. Todas as medições foram realizadas no período da manhã para evitar a saturação do sistema fotossintético das folhas. Esse fenômeno é conhecido como depressão de fotossíntese do meio-dia (DFMD), ocorrendo nos horários mais

quentes do dia. Este tipo de comportamento ocorre na maioria das plantas tropicais. O DFMD pode reduzir drasticamente a assimilação de carbono através da redução da condutância estomática.

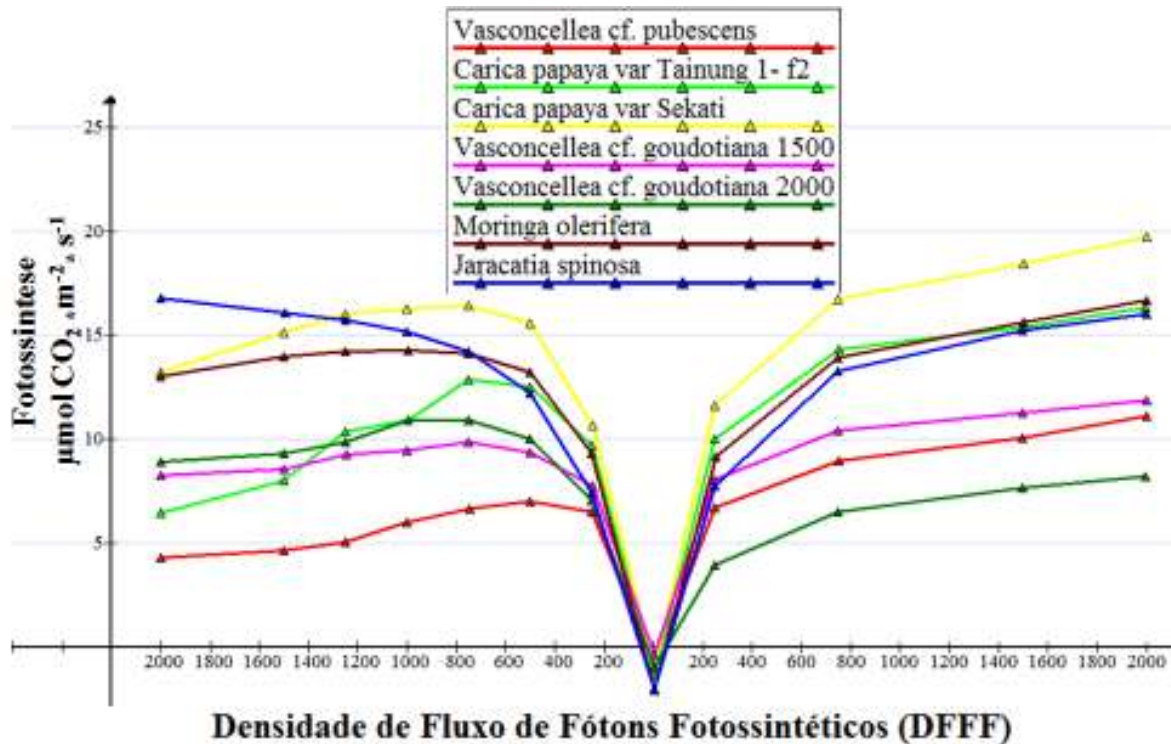


Figura 3: Metodologia de inundação de plantas usado no experimento de resposta fotossintética a diferentes fluxos de luz e inundação

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas de resposta à luz encontradas indicam diferenças entre os materiais avaliados (Gráfico 4), sendo Sekati quem atingiu os valores fotossintéticos mais elevados: $19,75 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Esses resultados são semelhantes aos relatados por Marler e Mickelbart (1998) para *C. papaya* var. Red Lady de $21 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, obtidos a uma DFFF de 1200, bem como por Machado Filho et al. (2006), de $18 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, para *C. papaya* var. Tainung No. 1 e Sunrise Solo a 1750 DFFF. Estes valores encontrados, são consideravelmente baixos quando comparados com os relatados por Campostrini e Yamanishi (2001), de 25 a $30 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, para *Carica papaya*. No entanto, o DFFF em que foram alcançados os máximos fotossintéticos foi o mesmo, $2000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Papayuela foi a que apresentou menores valores máximos de fotossíntese, de $11,1 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

Gráfico 4: Curvas de comportamento da fotossíntese em diferentes fluxos de fótons fotossintéticos (DFFF), para cada espécie usada no experimento de resposta fotossintética a diferentes fluxos de luz e inundação



Ao iniciar os testes de resposta à luz lançando sobre a folha em avaliação uma intensidade de $2000 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, foi observado que a fotossíntese, em geral para todos os materiais, aumenta com a diminuição da intensidade da luz, o que mostra um efeito inibidor da forte luz inicial na assimilação de carbono. Essa situação coincide com o relatado por Dantas et al. (2000), que observaram que mamão em condições tropicais, com dias de sol com DFFF $2000 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ou superior, apresenta considerável foto inibição. Reis e Campostrini (2008) relatam que o mamoeiro apresenta mecanismo adaptativo de resposta ao estresse ambiental chamado heliotropismo, que permite o movimento das folhas, de forma rápida e reversível, para minimizar os efeitos de valores elevados de DFFF. Nesse mesmo sentido aponta Leon (1987 citado por JIMENEZ et al., 2014), quem descreve as plantas de mamão com uma complexidade estrutural e funcional próprias da alta plasticidade fenotípica dessa erva tropical gigante.

Os resultados também permitem observar que o ponto de saturação lumínica, para todos os materiais avaliados, encontra-se cerca de $800 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. valor a partir do qual o aumento da fotossíntese é reduzido. Resultados semelhantes foram relatados por Marler e Mickelbart (1998) para *C. papaya* var. Kapoho. Por outro lado Dantas et al. (2000) relatam

um ponto de saturação lumínica no mamão a aproximadamente $1000 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Cabe ressaltar que esses dados indicam que as espécies estudadas apresentam características de plantas adaptadas a suportar algum grau de sombra, contrastando com o relatado por Campostrini e Glenn (2007), em relação ao que o mamoeiro é uma planta adaptada à luz direta. Paull e Duarte (2011) complementam, ao dizer que o mamão é uma planta que apresenta a síndrome de resposta a situações de sombra. Este comportamento denominado plasticidade fenotípica adaptativa a nível individual, permite às plantas o aumento relativo da sua área foliar, alongamento de entrenós, redução do número de ramos, diminuição da densidade estomática, e o aumento do teor de clorofila, entre outros (Paull e Duarte 2011.; Gianoli, 2004).

O ponto de compensação luminoso (PCL) simboliza a quantidade de luz em que a fotossíntese e a respiração são compensadas. Esta situação se vê representada pela radiação fotossinteticamente ativa, na qual se equilibram o CO_2 absorvido e o desprendido. Plantas heliófilas tendem a ter um maior PCL do que plantas umbrófilas. Os resultados encontrados nesta pesquisa indicam que existem diferenças entre as espécies avaliadas. De acordo com os resultados das espécies avaliadas (Tabela 4), as que apresentaram maior PCL, portanto, as que melhor se adaptam à luz direta, são Jaracatia e Moringa, ambas espécies provenientes das savanas Africana e da América do Sul, respectivamente, ao passo que Tainung e Vasconcellea 2 apresentaram os menores valores de PCL. Valores semelhantes foram relatados por Marler e Mickelbart (1998) para *C. papaya* var. Tainung No. 2 com um PCL de 27 a 29 DFFF. No entanto, os valores encontrados são consideravelmente baixos, de 29 DFFF para Tainung e 21,6 DFFF para Sekati em relação aos dados relatados por Marler et al. (1993) para *C. papaya* var. Kapoho de 60 DFFF. Todos os materiais avaliados têm um PCL maior do que $10 \mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, valor considerado por Taiz e Zeiger (2013) como o limite mínimo para plantas de sol. Nesse mesmo sentido, relatam Campostrini e Glenn (2007) que o mamoeiro é uma planta evolutivamente adaptada à luz direta.

Tabela 4: Fotossíntese Máxima e pontos de compensação lumínica, das espécies estudadas no experimento de resposta fotossintética a diferentes fluxos de luz e inundação

| Espécie | Fotossínteses máxima* | Densidade de Fluxo de Fótons Fotossintéticos (DFFF)** | |
|----------------|-----------------------|---|-------------------------------------|
| | | Fotossínteses máxima | Ponto de Compensação Luminoso (PCL) |
| Papayuela | 11,1 | 2000 | 29,0 |
| Tainung | 16,3 | 2000 | 29 |
| Sekati | 19,7 | 2000 | 21,6 |
| Vasconcellea 1 | 11,9 | 2000 | 10,0 |
| Vasconcellea 2 | 13,4 | 750 - 500 | 26,1 |
| Moringa | 16,7 | 2000 | 46 |
| Jaracatia | 24 | 2000 | 51,9 |

*Fotossínteses máxima em $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

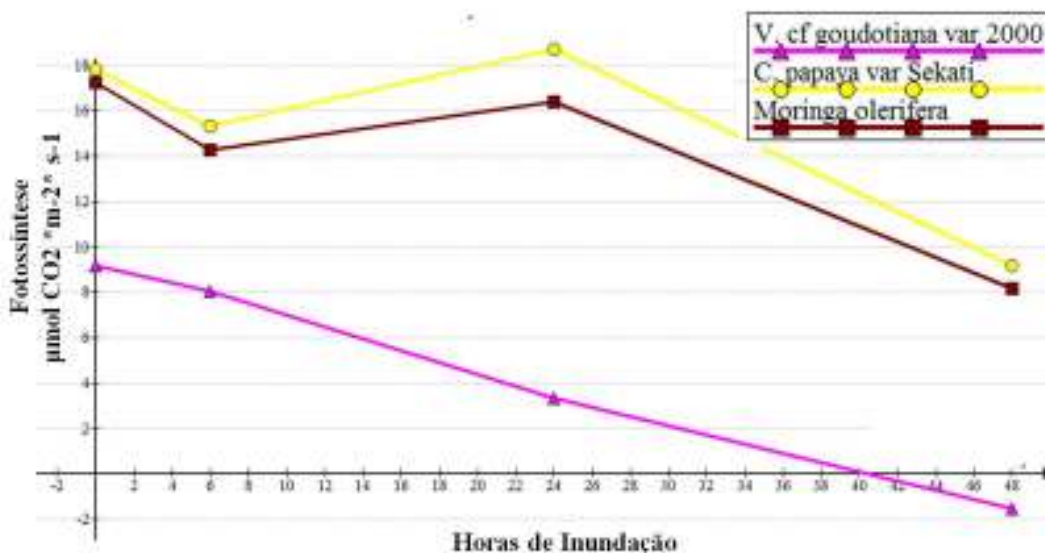
**DFFF em $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

Os testes estatísticos (Anexo 1) indicam a existência de diferenças significativas no comportamento das variedades durante o tempo de inundação, em suas taxas fotossintéticas, bem como homogeneidade na resposta das diferentes plantas utilizadas, já que, segundo as provas estatísticas, este fator não exerce nenhum efeito significativo.

O comportamento de Moringa e Sekati encontrado nesta pesquisa, apresentando uma diminuição da fotossíntese durante as primeiras 6 horas de inundação, seguida por uma recuperação às 24 horas, para logo apresentar valores baixos (Gráfico 5), assemelha-se ao comportamento relatado para ameixeiras por Martinazzo et al. (2013), que observou diminuição do estresse no primeiro dia, seguido por um retorno aos valores iniciais no quarto dia, com uma redução posterior até o décimo dia.

Os resultados do efeito das inundações na fotossíntese mostram como, a partir de 24 horas, apresenta-se uma diminuição gradual na fotossíntese para Sekati e Moringa (Gráfico 5). Dados semelhantes foram relatados por Rodriguez et al. (2014) para *C. papaya* var. Lady Red. Já para *Vasconcellea*, a diminuição começa desde as primeiras 6 horas de alagamento.

Gráfico 5: Curvas de comportamento fotossintético a diferentes tempos de inundação, por material estudado, no experimento de resposta fotossintética a diferentes fluxos de luz e inundação



De acordo com as análises estatísticas realizadas, existem evidências de diferenças significativas na condutância estomática entre os materiais avaliados e os tempos de inundação (Tabela 5). No entanto, as análises indicam diferenças significativas nas respostas entre as diferentes plantas utilizadas no experimento.

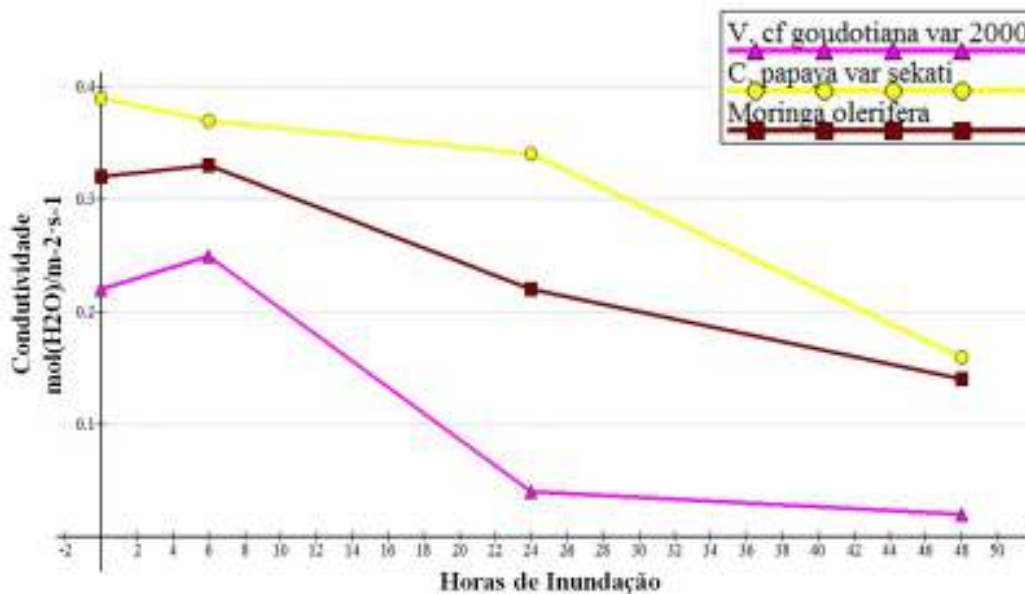
Tabela 5: Análise de Variância para condutância, encontrados no experimento de resposta fotossintética a diferentes fluxos de luz e inundação

| Fonte | Soma quadrados | de Gl | Quadrado Médio | Razão-F | Valor-P |
|---------------------------|----------------|------------|-------------------|---------|---------|
| EFEITOS PRINCIPAIS | | | | | |
| Material | 1,29504 | 2 | 0,647519 | 114,30 | 0,0000 |
| Horas de inundação | 1,79588 | 3 | 0,598626 | 105,67 | 0,0000 |
| Planta | 0,076688 | 3 | 0,0255627 | 4,51 | 0,0043 |
| RESÍDUOS | 1,30865 | 231 | 0,00566517 | | |
| TOTAL | 4,47626 | 239 | | | |

Fonte: Statistical Analysis System (SAS), versão 8,1. 95% probabilidade

Os resultados indicam uma diminuição progressiva na condutividade estomática para as três espécies avaliadas, na medida em que o tempo de inundação aumentava (Gráfico 6). ate as primeiras seis horas de inundação, duas espécies (*V. goudotiana* e *M. olerifera*) mostraram um pequeno aumento na condutividade porem ao aumentar o tempo de alagamento, a condutividade decresce consideravelmente. Resultados semelhantes foram relatados por Rodriguez et al. (2014) para *C. papaya* var. Lady Red.

Gráfico 6: Curvas de comportamento da condutividade estomática em diferentes tempos de inundação, por material estudado, no experimento de resposta fotossintética a diferentes fluxos de luz e inundação



Após o tempo de inundação, as plantas foram transferidas à estufa telada e conduzidas em condições de crescimento normal. Todas as plantas dos tratamentos com tempos de inundação de 24 e 48 horas perderam as folhas, sendo *Vasconcellea* e *Moringa* passada uma semana e *Sekati* após duas semanas. Resultados semelhantes foram relatados por Campostrini e Glenn (2007) em relação à adaptação do mamão a solos compactados, em que todas as variedades avaliadas apresentaram reduções na área foliar e no número de folhas. Além das folhas, todas as plantas dos tratamentos com 24 e 48 horas de inundação sofreram perda do ápice terminal por morte do mesmo. Estes resultados coincidem com o proposto por Taiz e Zeiger (2013), que afirmam que o fechamento dos estômatos, devido à redução da disponibilidade de oxigênio no solo, causa uma expressiva redução da produtividade da

planta. Os resultados obtidos coincidem com os de Campostrini e Glen (2007), ao reportarem que o mamão é sensível a pequenas reduções no teor de oxigênio do solo.

Após quatro semanas de serem retiradas da condição de inundação, todas as plantas se mantiveram com vida, desenvolvendo novos rebentos laterais. Esta recuperação das plantas coincide com o relatado por Moreno e Fischer (2003), que sugerem a ativação em marcha de mecanismos de adaptação que permitem às plantas se adaptarem a baixos níveis de O₂ no solo antes que esta situação se torne letal. Na maioria dos casos, as plantas têm a possibilidade de se adaptar à falta de oxigênio antes que a situação se torne irreversível. Provavelmente, a falta de oxigênio causada pelo alagamento induziu alterações no metabolismo, que desencadearam uma adaptação fisiológica, o que permitiu às plantas sobreviver nestas condições desfavoráveis.

4.4 CONCLUSÕES

Existem diferenças nas taxas fotossintéticas entre os materiais avaliados. No entanto, o comportamento geral das espécies seguiu o mesmo padrão.

O ponto de saturação luminosa indica que os materiais suportam níveis de sombreamento semelhantes, sendo plantas predominantemente heliófilas.

Todas as espécies apresentaram-se negativamente sensíveis às mudanças causadas pela hipóxia. No entanto, 48 horas de inundação não foram suficientes para causar a morte das plantas.

5 COMPATIBILIDADE ENTRE ESPÉCIES DA ORDEM BRASSICALES

RESUMO

A prática da enxertia tem sido usada por milênios para aumentar a uniformidade, o vigor e a resistência de plantas propagadas vegetativamente. Para que duas plantas possam ser enxertadas com êxito, deve existir afinidade entre as partes. Esta condição, de caráter fisiológico, é determinada por fatores genéticos. Frequentemente a enxertia é usada entre gêneros. Porém, existem casos nos quais plantas de diferentes famílias podem ser enxertadas com êxito. A família Caricaceae tem uma ampla distribuição. A sua classificação taxonômica divide a família em 35 espécies distribuídas em seis gêneros: *Carica*, *Vasconcellea*, *Cylicomorpha*, *Jacaratia*, *Jarilla*, e *Horovitzia*, sendo o gênero *Carica* monoespecífico, contendo apenas *C. papaya*. Uma alternativa ao cruzamento genético das espécies é a utilização de enxertos intergenéricos, usando plantas com características desejáveis como porta-enxertos de garfos de variedades de mamão comerciais. O objetivo deste estudo foi avaliar, em casa de vegetação, a compatibilidade do mamoeiro como padrão em porta-enxertos de *J. espinosa*, *V. cf. goudotiana* e *M. olerifera*. Os resultados encontrados nesta pesquisa permitem confirmar a possibilidade de enxertia entre materiais de *Carica*, em especial quando as condições ambientais são favoráveis. Não foi comprovada compatibilidade de *C. papaya* como copa sobre porta-enxertos de *J. spinosa* e *M. olerifera*. Foi confirmada a possibilidade de enxertia intergenérica dentro da família Caricaceae, usando *C. papaya* sobre *V. cf. goudotiana*, confirmação que abre a possibilidade de usar fontes de resistência ou tolerância a doenças do solo presentes no gênero *Vasconcellea* e não presentes no mamão.

Palavras chave: *C. papaya*; *J. espinosa*; *V. cf. goudotiana*; *M. olerifera*; Enxertia.

GRAFTING COMPATIBILITY BETWEEN SPECIES FROM THE FAMILY BRASSICALES

ABSTRACT

The practice of grafting has been used for millennia to increase uniformity, vigor and resistance of plants propagated vegetatively. For two plants can be grafted successfully, there must be compatibility between both parties. This condition, is a physiologic character determined by genetic factors. Often grafting is used inside botanical genders. However, there are cases in which different plant families can be successfully grafted. The Caricaceae family has a wide distribution. Its taxonomic classification divides the family in 35 species and six genera: *Carica*, *Vasconcellea*, *Cylicomorpha*, *Jacaratia*, *Jarilla* and *Horovitzia*, and *Carica* gender is monospecific, containing only *C. papaya*. An alternative to the genetic crossing of the different species is the use of inter-generic grafts, using plants with desirable characteristics as rootstocks and varieties of commercial papaya for scion. The aim of this study was to evaluate, in a greenhouse, papaya compatibility in *J. espinosa*, *V. cf. goudotiana* and *M. olerifera* rootstocks. The results found in this study allow us to confirm the possibility of grafting between *Carica* materials, particularly when environmental conditions are favorable. It was not proved compatibility for *C. papaya* scion grafted on *J. espinosa* and *M. olerifera* rootstocks. the possibility of inter-generic grafting was confirmed within the Caricaceae family using *C. papaya* on *V. cf. goudotina*, confirmation which opens the possibility to use sources of resistance or tolerance to soil diseases present in *Vasconcellea* gender and not present in *Carica*.

Keywords: *C. papaya*; *J. espinosa*; *V. cf. goudotiana*; *M. olerifera*. grafting

5.1 INTRODUÇÃO

Enxertia é a arte de juntar partes de diferentes plantas de maneira tal que se unam e continuem o seu crescimento como uma única planta. Uma planta propagada por enxertia é composta basicamente de duas partes: O enxerto ou garfo, e o porta-enxerto ou cavalo; ainda que eventualmente possa ser utilizada uma porção intermediária ao enxerto e porta-enxerto, chamada de interenxerto, enxerto intermediário ou filtro (HARTMANN e KESTER, 1999; ROTHENBERGER e STARBUCK, 2013).

Para que duas plantas possam ser enxertadas com êxito, deve existir afinidade entre as partes. Esta condição, de caráter fisiológico, é determinada por fatores genéticos. A afinidade e a característica que têm dois organismos vegetais, que quando postos em contato pela técnica apropriada de enxertia, realizam a soldadura dos tecidos. Não basta, portanto, o correto contato físico entre os *cambium* das plantas a enxertar. É necessário que, além disso, exista afinidade entre as plantas. Afinidade é, pois, a faculdade que têm duas plantas para juntar os seus tecidos e constituir um único em conjunto. Cabe ressaltar que, durante a cicatrização do ponto de enxertia não existe mistura de conteúdos celulares; as células produzidas mantêm as suas características e identidade genética, sejam provenientes do enxerto ou do porta-enxerto (HARTMANN e KESTER, 1999)

A prática da enxertia tem sido usada por milênios para aumentar a uniformidade, o vigor e a resistência de plantas propagadas vegetativamente. Existem provas da utilização da arte de enxertia pelos chineses desde o ano 1.000 a.C. A enxertia é uma ferramenta rápida e relativamente fácil, alternativa ao melhoramento convencional, que permite, usando porta-enxertos selecionados e especializados, a obtenção de plantas resistentes ou tolerantes a doenças, plantas adaptadas a diferentes estresses ambientais, aumento da produtividade e precocidade na produção, qualidade e tamanho de frutas, assim como a possibilidade de obter plantas com porte menor. Com a enxertia, são aproveitadas as características do sistema radicular do porta-enxerto, somadas as características produtivas desejáveis do material usado como copa. Outra vantagem do uso dessa prática nos programas de melhoramento está na garantia de uniformidade genética das plantas, quer sejam provenientes de materiais híbridos ou homozigotos (HARTMANN e KESTER, 1999; LOPEZ et al., 2008; LEONARDI e ROMANO, 2004).

A enxertia é também uma alternativa para reduzir as aplicações de agroquímicos, possibilitando evitar o dano de algumas pragas ou doenças do solo, facilitando o

desenvolvimento de uma agricultura sustentável (HARTMAN e KESTER, 1999; LOPEZ et al., 2008).

A compatibilidade entre plantas é determinada através de testes, realizados e avaliados por anos de estudo. Esses testes são a única via para determinar quando e como duas (ou mais) plantas podem produzir uma boa união, um bom enxerto. Não existe uma técnica para prever o resultado de um enxerto. Porém de forma geral, considera-se que existem maiores probabilidades de compatibilidade entre o porta-enxerto e a copa quanto maior for a sua afinidade botânica. No entanto, deve-se ter em conta que a classificação botânica baseia-se nas características reprodutivas das plantas, ao passo que os enxertos baseiam-se prioritariamente nas condições vegetativas das plantas (HARTMANN e KESTER, 1999; ROTHENBERGER e STARBUCK, 2013).

Frequentemente a enxertia intragenérica é usada nos gêneros *Citrus*, *Prunus*, *Vitis*, *Malus*, *Annona* e *Spondia*. Porém, existem casos nos quais plantas de diferentes famílias podem ser enxertadas com êxito (HARTMANN e KESTER, 1999).

Existem relatórios do uso de enxertos intergenéricos com êxito em hortaliças da família *Cucurbitaceae* em uso no Japão há mais de 50 anos, onde cultivares de abóbora (*Cucurbita moschata*) var. *Shirokikuza* e o híbrido *Shintoza* (*C. maxima* × *C. moschata*) foram usados como padrões para a produção de pepino (*Cucumis sativus*). Esse enxerto reduz os danos causados pela fusariose (*Fusarium oxysporum* e *F. schlechtendahl*). Além disso, faz com que as plantas enxertadas sejam tolerantes a temperaturas baixas (ODA, 2002, citado por GONZALEZ, 2010).

Gonzalez et al. (2014) reportam que o pepino (*Cucumis sativus* L.) é enxertado satisfatoriamente também em abóbora (*Cucurbita argyrosperma* var. *stenosperma*) e chilacayote (*Cucurbita ficifolia*), produzindo maior acumulação de biomassa, fruto mais vigoroso e maior rendimento de frutas.

O tomate (*Lycopersicon esculentum*) pode ser enxertado com êxito sobre trombeteira (*Datura stramonium*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), batata (*Solanum tuberosum*) e erva moura (*Solanum nigrum*), todos da família *Solanaceae* (HARTMANN e KESTER, 1999).

Em árvores frutícolas, há registros do uso de Espinheiro Branco (*Crataegus sp*) com um amplo espectro de adaptação a condições edáficas, como porta-enxerto de outros gêneros da sua família a *Rosaceae*, em especial como porta-enxerto de maçã (*Malus domestica*), pera (*Pyrus domestica*), marmelo (*Cydonia oblonga*) e nespereira (*Eriobotrya japonica*). Outras combinações, usando diversas árvores da família, também são encontradas, como o uso de piracanto (*Pyracantha coccinea*) que confere características de nanismo, nespereira europeia

(*Meispilus germanica*) e serval (*Sorbus sp*) como porta-enxerto de nespereira (MARTINEZ, 1985; NIETO e BORYS, 1999; MENDOZA et al., 2004).

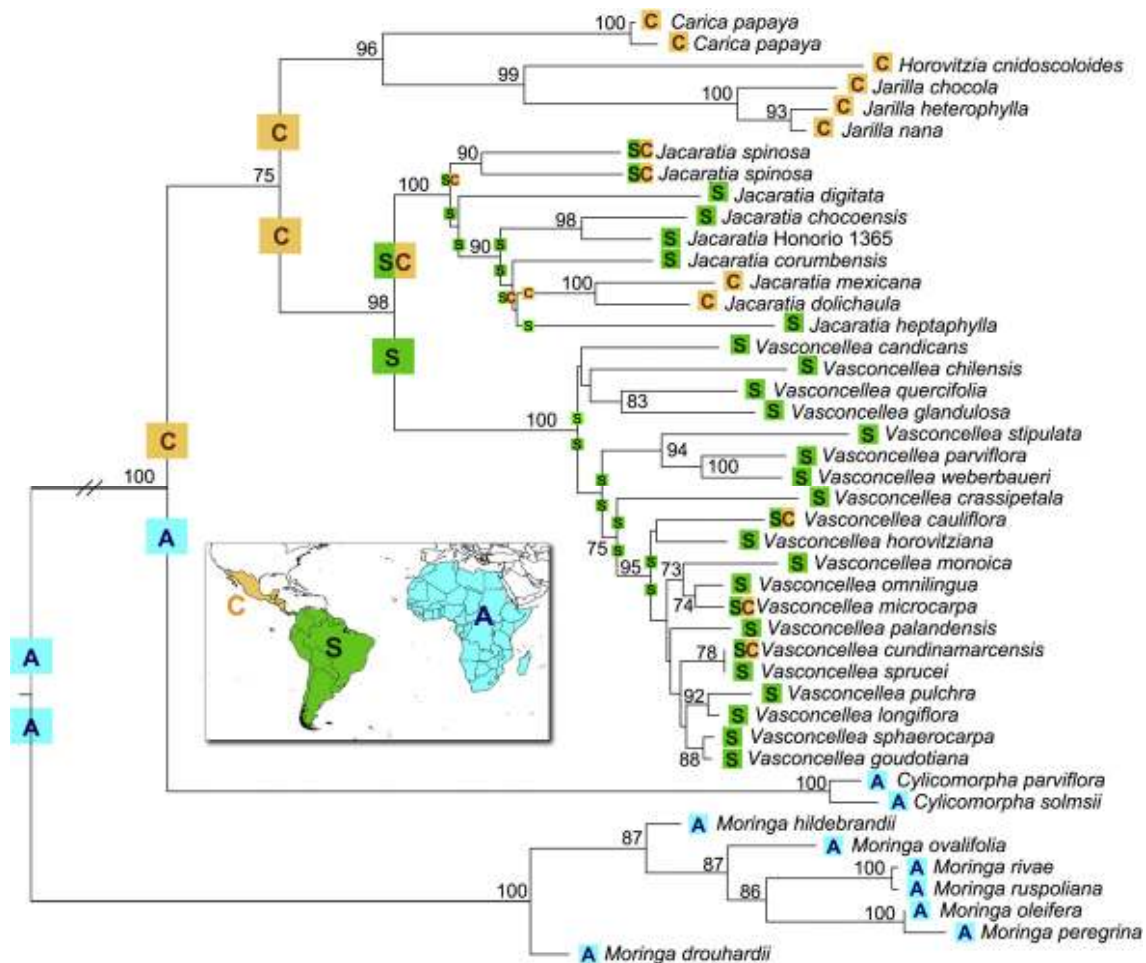
Na citricultura, os porta-enxertos intergenéricos também têm sido amplamente usados, em especial as espécies do gênero *Poncirus* e alguns dos seus híbridos, como citranges e citrumelos. A *P. trifoliata*, também denominada trifoliata, é um dos porta-enxertos de maior uso na citricultura mundial. Essa preferência dá-se em função de certas peculiaridades trazidas por esta espécie às combinações copa/porta-enxerto de que participa, tais como porte anão, tolerância à gomose de *Phytophthora*, tolerância ao vírus da tristeza e aos nematoides (PASSOS et al., 2006).

A família *Caricaceae*, a qual pertence o mamão, tem uma ampla distribuição, contando com espécies em África e América (Gráfico 7). A sua classificação taxonômica divide a família em 35 espécies, distribuídas em seis gêneros: *Carica*, *Vasconcellea*, *Cylicomorpha*, *Jacaratia*, *Jarilla*, e *Horovitzia*, sendo o gênero *Carica* monoespecífico, contendo apenas *C. papaya* (CARVALHO e RENNER, 2012; SCHELDEMAN et al., 2007).

As espécies do gênero *Vasconcellea*, também chamadas de mamão de montanha ou mamão de altura, consistem em um grupo de espécies frutíferas que estão intimamente relacionadas com o mamão comum. Apresentam uma grande diversidade, provavelmente causada pela incompatibilidade entre algumas das suas espécies, somada a que suas distribuições naturais no território se superpõem, situação que produz híbridos com diferentes graus de parentesco e fertilidade. *Vasconcellea* foi considerada e classificada como uma seção dentro do gênero *Carica*, até que, com base em estudos morfológicos e genéticos, Badillo (2000) separou a seção e a reclassificou, separando-a como gênero *Vasconcellea*.

Vasconcellea carrega genes de resistência considerados fonte potencial para o melhoramento do mamão. O gênero possui diversas fontes de resistência a doenças, sendo que as espécies *V. cauliflora*, *V. cundinamarcensis*, *V. quercifolia*, *V. stipulata*, e *V. x heilbornii* são fontes de resistência ao vírus da mancha anelar (Papaya ringspot virus, PRSV). Resistência a outras doenças que atacam o mamoeiro tem sido encontrada no conjunto genético de *Vasconcellea*, como a resistência à varíola (*Asperisporium caricae*), encontrada em *V. cundinamarcensis*; resistência à fitoplasma, encontrada em *V. parviflora* e; a resistência à *Phytophthora palmivora*, encontrada em *V. goudotiana* (SCHELDEMAN et al., 2007; RODRIGUEZ et al., 2005; KYNDT et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2007a).

Gráfico 7: Relações evolutivas na família Caricaceae e proximidade relativa com o mamão



Árvore de probabilidade máxima para 37 acessos, representando 34 espécies, com base na plasticidade de seqüências nucleares em 4711 nucleotídeos alinhados. Os números indicam a escala de tempo geológica evolutiva em milhões de anos. A, significa África; S, América do Sul; C, México e Guatemala.

Fonte: Carvalho e Renner (2013)

O gênero *Jacaratia*, atualmente classificado com oito espécies de árvores, ocorre da região sul do Brasil até o México. Estudos indicam que esse gênero se separou do gênero *Vasconcellea* para se adaptar a climas mais secos e à vegetação mais aberta. O mamãozinho-de-veado (*J. corumbensis*) apresenta essas características de adaptação a condições de seca, com um bom desenvolvimento em solos latossolo vermelho-amarelo, com pluviometria média anual entre 400 a 800 mm (ALBUQUERQUE et al., (1982) citado por CAVALCANTI e RESENDE, 2006; CARVALHO e RENNER, 2012).

Estudos sobre a citogenética de *Jaracatia*, *Carica* e *Vasconcellea* relatam que as espécies são diploides com o mesmo número de cromossomos $2n = 18$. Essa situação coincide

com a maioria dos registros cromossômicos para o gênero. A coincidência de números cromossômicos e a proximidade taxonômica entre os gêneros *Carica*, *Jaracatia* e *Vasconcellea* tornam possível a utilização das espécies selvagens em programas de melhoramento do mamoeiro. Entretanto, a obtenção de híbridos tem sido limitada pela instabilidade pós-zigótica, apresentando-se aborto de embriões e infertilidade dos híbridos. Este fenômeno é atribuído à incompatibilidade genética entre as espécies que são distantes filogeneticamente (REYES, 1981; EDER-SILVA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2007a).

Moringaceae é uma família de 13 espécies de árvores e arbustos, adaptadas a habitats secos do nordeste africano: Somália, Etiópia, Djibouti e Eritreia, conhecidos como o chifre africano, (7 espécies), Madagascar (2 espécies), sudoeste africano (1 espécie), e Ásia tropical (3 espécies). Estudos sobre a evolução e a filogenética das *Caricaceae* encontraram que essa família e a *Moringaceae* têm evoluído a partir de uma população ancestral comum, considerando-as como famílias monofiléticas irmãs. (CARVALHO e RENNER, 2013).

Uma alternativa ao cruzamento genético das espécies, já que aparentemente não está disponível como opção, é a utilização de enxertos intergenéricos, usando plantas com características desejáveis como porta-enxertos de garfos de variedades de mamão comerciais.

O objetivo deste estudo foi avaliar, em casa de vegetação, a compatibilidade de mamoeiro cv Tainung 1 como padrão em porta-enxertos de *J. espinosa*, *V. cf. goudotiana* e *M. olerifera*.

5.2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na estação de Biologia da UnB, setor de fruticultura. Os porta-enxertos foram conduzidos a partir de sementes e cultivados em casa de vegetação telada, com sistema de irrigação por aspersão para manter a umidade do ambiente e do substrato. As sementes foram plantadas em potes plásticos individuais, com uma mistura de terra, areia e matéria orgânica em proporções iguais, com um volume de 2000 ml.

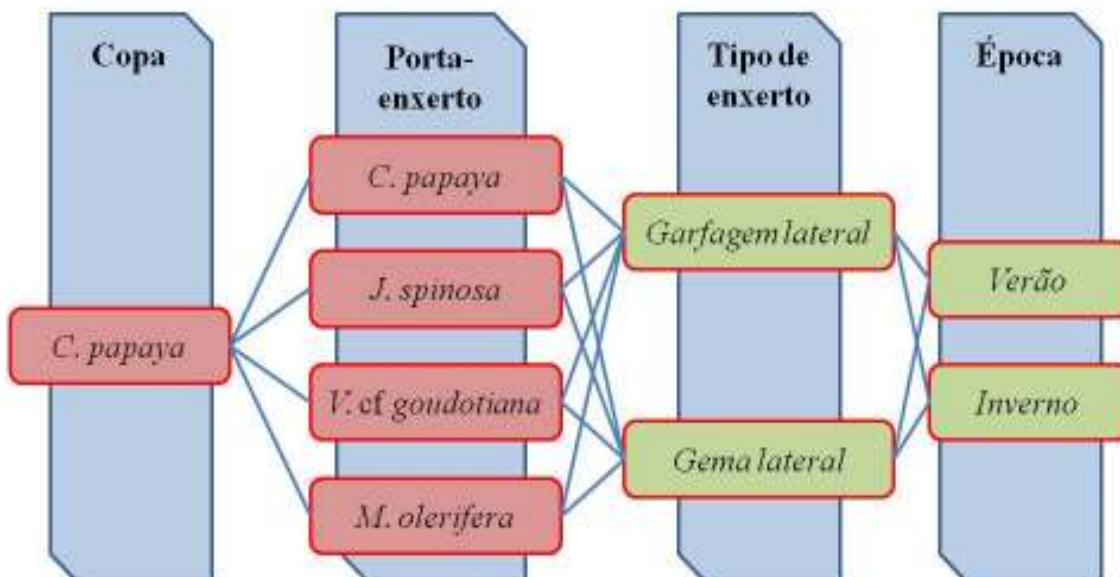
As sementes de *V. cf. goudotiana* e *C. papaya* (Tainung No. 1 f2) foram extraídas de frutos maduros. As sementes de *J. spinosa* foram adquiridas da empresa Arbocenter comércio de sementes. As sementes de *M. olerifera* foram coletadas diretamente de árvores adultas. As plantas foram conduzidas até alcançar o tamanho e um diâmetro maior a 1,0 cm para serem enxertadas.

Os garfos usados para a enxertia foram coletados de brotações laterais espontâneas, provenientes de plantas de mamão (*C. papaya*) de um pomar comercial do híbrido Tainung

No. 1, com idade de dois anos e meio. Os ramos foram identificados e selecionados em campo, coletados e transferidos para a casa de vegetação para serem preparados e enxertados rapidamente, evitando-se a desidratação dos tecidos.

O experimento foi estabelecido em um delineamento inteiramente ao acaso, em fatorial com quatro porta-enxertos e dois tipos de enxertia (garfo lateral e gema), realizado em duas épocas, inverno e verão (Gráfico 8). Foram 20 repetições, somando 80 enxertos por cada tipo de porta-enxerto, totalizando 320 unidades avaliadas no experimento.

Gráfico 8: Modelagem do experimento sobre compatibilidade entre espécies da ordem Brassicales.



Passados 90 dias da enxertia, foi avaliada a compatibilidade entre as partes. Para os enxertos em garfagem lateral, foi ponderado o número de garfos vivos como indicador da compatibilidade. Para o caso dos enxertos em gema lateral, foi considerado o êxito pelo aparecimento de brotação na gema enxertada.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os enxertos em garfagem lateral de mamoeiro sobre porta-enxerto de mamoeiro tiveram uma taxa de êxito de 95% no verão (Tabela 6), uma época quente e úmida. Resultados similares aos reportados por Lima e Yamanishi (2004), de 93% de sucesso em plantas enxertadas logo após a sexagem. Allan et al. (2010) relatam 80% de pegamento entre garfos do mamão “Honey Gold” (clone propagado por estaquia) e porta-enxertos provenientes

de sementes. cujos resultados foram obtidos utilizando enxertia em garfagem lateral. Os enxertos em gema lateral realizados nesta mesma época tiveram uma taxa de êxito de 90%, desenvolvendo novas brotações. Porém, a metade das gemas sem brotação permaneceram verdes e soldadas ao porta-enxerto, apresentando possibilidades de brotação posterior. Os resultados encontrados nesta pesquisa permitem confirmar a possibilidade de enxertia entre materiais de *Carica*, em especial quando as condições ambientais são favoráveis.

Tabela 6: Pegamento dos enxertos no experimento sobre compatibilidade entre espécies da ordem Brassicales.

| Porta enxerto | Gema | | Garfo | |
|------------------|---------|-------|---------|-------|
| | Inverno | Verão | Inverno | Verão |
| C. papaya | 0 | 90 | 30 | 95 |
| J. spinosa | 0 | 0 | 0 | 0 |
| V. cf goudotiana | 0 | 60 | 0 | 0 |
| M. olerifera | 0 | 0 | 0 | 0 |

A taxa de fixação dos enxertos em garfagem lateral no inverno caiu para 30%, possivelmente pelas diferenças nas condições dos garfos, provenientes de pomares expostos às condições ambientais e aos porta-enxertos cultivados em casa de vegetação. Hartman e Kester (1999) chamam a atenção sobre a necessidade de que os enxertos sejam realizados numa época em que o garfo e o porta-enxerto estejam em estado fisiológico adequado. O pomar onde foram coletados os garfos apresentava sintomas de estresse, em especial malformação e aborto floral. O "El Niño", principal responsável pelo clima atípico de 2014 e 2015, influenciou as chuvas e as temperaturas no Brasil, sendo um dos mais fortes já registrados, causando uma estiagem prolongada que levou à falta de água para irrigação nos pomares (CEPEA 2016), inclusive aqueles onde foram coletados os garfos para o experimento.

Os enxertos em gema lateral realizados na época de inverno não apresentaram pegamento, possivelmente devido à desidratação da gema em razão das baixas umidades relativas registradas neste período. Araujo e Yamanishi (2003) relatam uma taxa de êxito de 40% em estudos realizados na época de inverno no Estado da Bahia utilizando gemas cicatrizadas, mas os demais tratamentos registrados no experimento não apresentaram

pegamento. A condição ambiental desfavorável, causada pela época de inverno, e os resultados obtidos coincidem com o registrado por Hartman e Kester (1999), os quais ressaltam que as probabilidades de pegamento entre as partes de um enxerto são escassas, caso não se mantenha uma umidade elevada na união do enxerto, já que as células de parênquima que formam o tecido do calo são ternas e delgadas, sem provisões para resistir à dessecação.

Os enxertos de *C. papaya* sobre *J. spinosa* não tiveram pegamento em nenhuma das épocas. Nos enxertos realizados em gema lateral, as gemas apodreceram no verão e secaram no inverno. Já os garfos laterais no verão apresentaram sinais de pegamento nos primeiros 45 dias, desenvolvendo pequenas brotações, mas com o passar do tempo, o garfo começava a secar a partir da união do enxerto para o topo.

Os enxertos realizados de *C. papaya* sobre *V. cf goudotiana* em garfagem lateral realizados no verão não tiveram êxito. Porém os enxertos em gema lateral tiveram um pegamento de 60%. Ocaña (2002) relata uma taxa de êxito de 77,8%, usando diferentes variedades de *C. papaya* como porta-enxertos e babaco (*Vasconcellea* × *heilbornii*) como copa, usando a técnica de garfagem terminal. Porém, quando usada a enxertia em garfagem lateral, a taxa de pegamento caiu para 50%. Pazos (2003) relata êxito similar na enxertia de babaco sobre *Carica*, usando enxertos em garfagem lateral e garfagem terminal. Os enxertos realizados desta combinação no inverno, não apresentaram pegamento nesta pesquisa.

Carvalho e Renner (2012) relatam maior proximidade filogenética e evolutiva entre *Carica* e *Jaracatia* do que a encontrada entre *Carica* e *Vasconcellea*. Porém, os resultados encontrados nesta pesquisa, onde foi possível realizar enxertos viáveis entre *Carica* e *Vasconcellea* e não entre *Carica* e *Jaracatia*, indicam que, entre estes gêneros, a afinidade genética e a afinidade vegetativa podem não estar relacionadas.

Os enxertos realizados usando *M. olerifera* como porta-enxertos não apresentaram pegamento em nenhuma das épocas ou tipos de enxertia. Nas primeiras semanas após a enxertia, os garfos permaneceram verdes e, em alguns casos, apresentaram aparecimento de brotações, mas com o passar do tempo, secaram.

5.4 CONCLUSÕES

Os resultados encontrados nesta pesquisa permitem confirmar a possibilidade de enxertia entre materiais do gênero *Carica*, em especial quando as condições ambientais são favoráveis.

Não foi comprovada compatibilidade de *C. papaya* como copa sobre porta-enxertos de *J. spinosa* e *M. olerifera*.

Existem evidências da possibilidade de enxertia intergenérica dentro da família *Caricaceae*, usando *Carica papaya* sobre *Vasconcellea cf goudotina*, situação que abre a possibilidade de usar fontes de resistência ou tolerância a doenças do solo presentes no gênero *Vasconcellea* e ausentes no mamão.

6 INFLUÊNCIA DE DOIS SOLUÇÕES ESTIMULANTES E DO TAMANHO DE ESTACAS HERBÁCEAS NO ENRAIZAMENTO DO MAMOEIRO

RESUMO

Pomares de mamão geralmente são instalados a partir de sementes, sendo que a maioria das variedades comerciais são linhagens híbridas, porém em alguns casos, existem também seleções puras. Para garantir a qualidade das sementes, e dos pomares instalados, deve-se ter em conta a expressão sexual e a variabilidade genética da variedade. O mamão também pode ser propagado via enraizamento de estacas. Plantas propagadas assexualmente mostram uma maior uniformidade, frutificação mais rápida, altura de início de frutificação inferior e maior rendimento por ciclo produtivo, se comparados com pomares instalados a partir de sementes. O objetivo deste trabalho foi comparar, em casa de vegetação, o efeito de dois soluções comerciais estimulantes do enraizamento sobre estacas herbáceas de mamoeiro com dois diferentes tamanhos. Os resultados obtidos indicam que o tamanho das estacas influencia o vigor geral da planta regenerada. Foi obtida uma média de enraizamento geral de 80% das estacas. Os dois tipos de soluções promotoras de enraizamento usadas nesta pesquisa apresentaram resultados similares no que se refere a estacas enraizadas e ao peso de raízes desenvolvidas pelas estacas.

Palavras chave: Auxina; *Carica papaya*, Clonagem

INFLUENCE OF TWO STIMULATING SOLUTIONS AND SIZE OF HERBACEOUS PAPAYA CUTTINGS ON ROOTING

ABSTRACT

Papaya orchards are usually planted from seeds, and most of the commercial varieties are hybrid lines, however in some cases, there are also pure lineage. To ensure the quality of the seeds and the orchards installed, it should take into account the sexual expression and genetic variability of the variety. Papaya can also be propagated via cuttings. Propagated plants by cloning show higher uniformity, faster fruiting, fruiting initiation of lower height and greater yields per production cycle, compared with orchards installed from seeds. The aim of this study was to compare, in a greenhouse, the effect of two commercial rooting inducing hormones of herbaceous papaya cuttings with different sizes. The results indicate that the size of the cuttings influences the overall vigor of regenerated plant. it was obtained an average of 80% of rooting of the cuttings. The two types of solutions that promote rooting used in this study showed similar results, regarding to the rooted cuttings and root weight developed by cuttings.

Keywords: Auxin; *Carica papaya*; Cloning.

6.1 INTRODUÇÃO

O mamão (*Carica papaya* L) é uma das poucas fruteiras ainda propagadas por sementes. No entanto, segundo Dantas e Morales (1996), (citados por YAMANISHI et al., 2006), o elevado preço e a dificuldade de obtenção de sementes importadas do híbrido Tainung No 1. do grupo Formosa constituem fatores limitantes à expansão desta cultura. O estabelecimento tradicional de pomares requer o uso de várias sementes por sítio para posterior sexagem, o que, além do aumento nos custos de instalação do pomar, tem efeitos adversos nas plantas pela competição intraespecífica. O uso de material vegetativo na instalação de novos pomares permite obter populações 100% hermafroditas, assim como a seleção de materiais com características ótimas, tanto de cultivo quanto de mercado, adaptadas a cada localidade, já que, como mencionado por Lima et al. (2010), a maior contribuição da clonagem em mamoeiro é a possibilidade de manter as características originais dos pais (ALLAN et al., 2010).

Segundo Borges et al. (2011), a formação de raízes em estacas é um processo anatômico e fisiológico complexo, associado à desdiferenciação e ao redirecionamento do desenvolvimento de células vegetais totipotentes para a formação de meristemas que darão origem a raízes adventícias. Estes autores relatam que no processo de enraizamento adventício de estacas, os grupos de substâncias de maior interesse são as auxinas, naturais e sintéticas. Silva et al. (2007) sugerem que para propagação de mamão por meio de cultura de tecidos, a adição de auxina ao meio de cultivo é um pré-requisito essencial para o enraizamento bem-sucedido.

As auxinas, junto com as giberelinas, citocininas, etileno, ácido abscísico, e brassinosteroides, fazem parte do grupo dos hormônios vegetais que tem como função a regulação do crescimento vegetal. As auxinas têm como principal função provocar a alongação celular. Porém a sua concentração tem diversos efeitos segundo o tecido estimulado. Assim, o crescimento de raízes primárias pode ser inibido por concentrações altas desse hormônio e a iniciação de raízes laterais estimulada em concentrações ainda maiores. Do mesmo modo, altas concentrações podem inibir o desenvolvimento de gemas e a posterior formação de ramos, ainda que a formação de raízes tenha sido adequada (HARTMANN e KESTER, 1999; TAIZ e ZEIGER, 2013).

Em algumas espécies e situações, a mistura de substâncias estimuladoras do enraizamento tem maior eficiência que compostos isolados. Porém a resposta em enraizamento é diferente para cada espécie e tipo de estaca. Para determinar o tipo e a

quantidade das diversas substâncias mais eficazes para a indução do enraizamento de estacas de cada espécie devem ser realizadas provas específicas (HARTMANN e KESTER, 1999)

A nutrição e o enraizamento estão intimamente relacionados, tendo como base que o estado nutricional da estaca determinará a quantidade de carboidratos, hormônios e outros compostos metabólicos fundamentais para o enraizamento. Os nutrientes possuem funções essenciais e específicos no metabolismo vegetal desta forma a nutrição é considerada um fator chave ao enraizamento adventício (CUNHA et al., 2010).

O objetivo deste trabalho foi comparar, o efeito de duas soluções comerciais estimulantes do enraizamento em estacas herbáceas de mamoeiro com dois diferentes tamanhos, sob condições controladas em casa de vegetação,

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi conduzido na fazenda Riacho Doce, localizada sob as condições do município de Unaí - MG a uma altitude de 600 msnm. Segundo a classificação de koppen, o clima da região é cwa, isto é, mesotérmico, caracterizado por verões quentes e úmidos, com estações bem definidas de seca e águas. O período seco dura de 3 a 4 meses, coincidindo com a época mais fria do ano (maio a agosto). A temperatura média anual é de 22,5°C. O regime pluviométrico tem média de 1.385mm.

O estudo foi desenvolvido em casa de vegetação com cobertura plástica, tendo a luminosidade foi reduzida em 50%, utilizando sombrite internamente. Foi instalado um sistema de irrigação por nebulização intermitente à razão de 1 minuto a cada 15 minutos, para manter a alta umidade no lugar. As estacas foram plantadas sobre bancadas contendo areia de construção como substrato. A temperatura dentro da estufa alcançou 45°C nos momentos de maior calor. O delineamento utilizado foi fatorial 2x2, dois tamanhos e duas soluções estimulantes.

Foram coletadas brotações laterais de plantas de mamão aparentemente sadias de um pomar comercial do híbrido Tainung No. 1 com 24 meses de idade. As estacas coletadas foram classificadas em dois grupos, segundo o seu tamanho. Foram determinadas estacas grandes, aquelas com mais de 26 cm de comprimento, e estacas pequenas aquelas com entre 15 e 25 cm. Cada tamanho foi dividido em dois subgrupos para aplicação das soluções estimulantes do enraizamento. Foram mantidas todas as folhas das estacas no plantio, no entanto, periodicamente foram retiradas as folhas murchas ou senescentes, as quais desprendiam facilmente das estacas.

As estacas tiveram sua base tratada por imersão durante 5 segundos com a solução estimulante sem diluição, segundo o tratamento. Os tratamentos utilizados foram os estimulantes hormonais UnB YM e Stimulate® (Tabela 7). O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com 2 repetições e 10 estacas por repetição. Os tratamentos seguiram um esquema fatorial 2 x 2, envolvendo dois tamanhos e dois indutores de enraizamento.

Tabela 7: Composição dos estimulantes hormonais usados como tratamentos no experimento sobre influência das soluções estimulantes do enraizamento e do tamanho das estacas herbáceas

| Componentes | Soluções estimulantes | |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------|
| | UnB YM | Stimulate® |
| Auxinas (AIB) | 3.000 ppm | 50 ppm |
| Citocinina (cinetina) | Não | 90 ppm |
| Giberelina (GA ₃) | Não | 50 ppm |
| Solução Nutritiva | Sim | Não |

O tempo de permanência das estacas na casa de vegetação foi de 30 dias, após o qual foram avaliadas a capacidade de enraizamento (CE), matéria fresca de folhas, talos e raízes. A estaca foi considerada enraizada quando pelo menos uma raiz com mais de 3mm havia emergido.

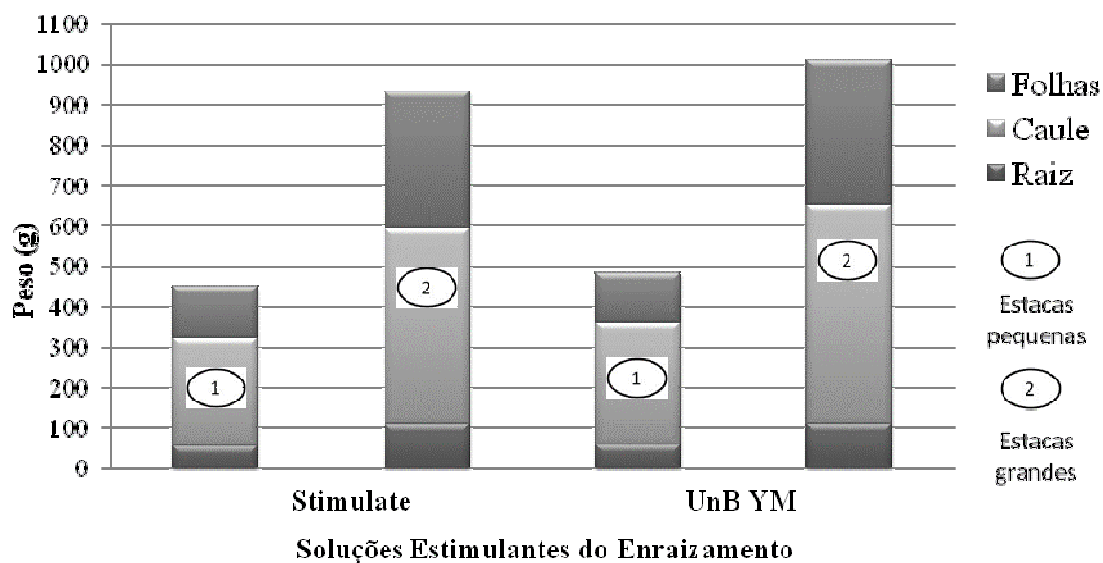
Os resultados foram analisados pelo programa Statistical Analysis System (SAS), versão 8,1. Foram realizados análises estatísticas de variância tipo ANOVA, comparação múltipla tipo Tuckey, foram realizadas análises de correlação para verificar o grau de associação entre variáveis.

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises estatísticas (Anexo 2) indicaram que não existem evidências de diferença significativa na porcentagem de estacas enraizadas devido aos tratamentos com os estimulantes hormonais usados. A porcentagem média de enraizamento encontrada neste experimento foi de 80% para os dois tratamentos. A distribuição dos pesos frescos nos dois tamanhos de estacas após o tempo na estufa para enraizamento foi também similar para

ambos estimulantes hormonais (Gráfico 9). Sendo que as estacas menores tiveram um enraizamento de 85% e as estacas maiores de 75%. Hidaka et al. (2008) relatam que o maior enraizamento de estacas de mamoeiro *in vitro* foi observado em tratamentos usando baixas concentrações de AIB (10 μ M) quando comparado com o enraizamento induzido por altas concentrações (10mM). No entanto, nas concentrações menores as estacas precisavam um tempo longo de contato com o hormônio, 10 dias. Já as concentrações maiores (10mM AIB) que apresentaram porcentagens aceitáveis de enraizamento, foi usado um curto período de imersão no hormônio, 5 segundos. Nesse mesmo sentido Yu et al. (2000), relatam que o uso de baixas concentrações da auxina (2.5 μ M AIB), oferece resultados satisfatórios de enraizamento. Schmidt et al. (2016) relatam para estacas de mamão var. Uenf/Caliman 01, resultados satisfatórios de enraizamento usando 1.500 e 2.000 ppm de IBA.

Gráfico 9: Distribuição dos pesos da matéria fresca nas estacas de mamão após 30 dias de enraizamento no experimento sobre influência de soluções estimulantes e do tamanho das estacas herbáceas



Os resultados encontrados nesta pesquisa apontam que o tamanho inicial das estacas influencia significativamente na quantidade de raízes desenvolvidas (Tabela 8). Da mesma forma, resultados relatados por Hidaka et al. (2008) sugerem, para estacas de mamão enraizadas *in vitro*, que o tamanho dos brotos afeta positivamente o seu enraizamento. Resultados similares são relatados por Borges et al. (2011) no enraizamento de estacas de eucalipto.

Tabela 8: Diferença mínima significativa (Teste LSD) para Raiz por Tamanho de estacas no experimento sobre influência de soluções estimulantes e do tamanho das estacas herbáceas

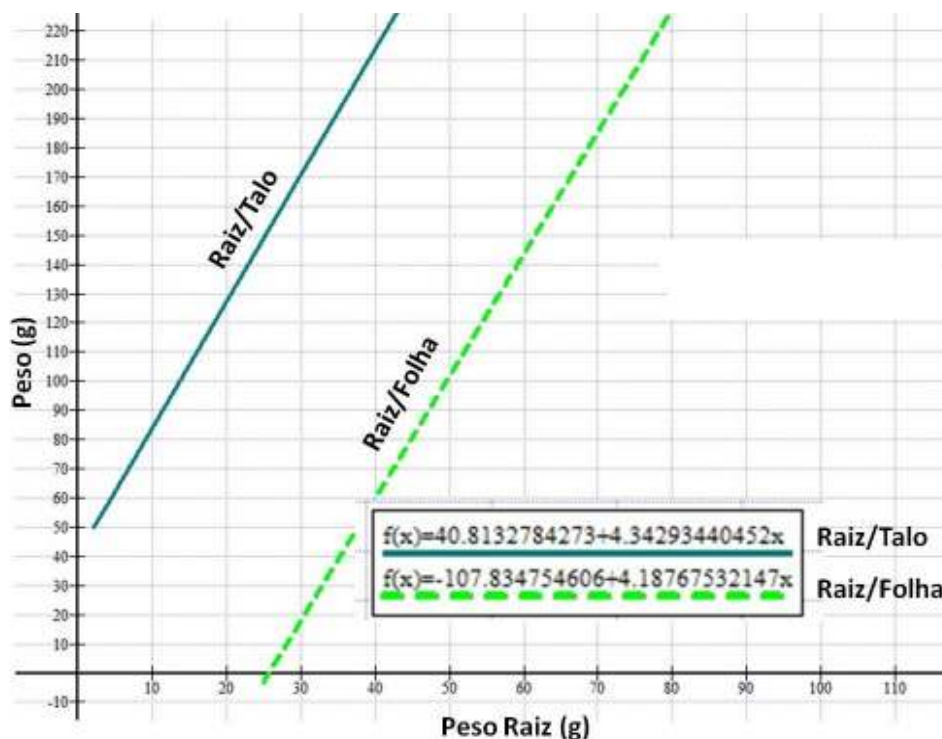
| Tamanho | LS média | LS sigma | Grupos Homogêneos |
|------------------|-----------------|------------------|--------------------------|
| Pequeno | 56,0 | 1,06066 | A |
| Grande | 108,5 | 1,06066 | B |
| Contraste | | Diferença | +/- Limites |
| 1 - 2 | | *-52,5 | 4,16468 |

* denota diferença estatisticamente significativa

Fonte: Statistical Analysis System (SAS), versão 8,1. 95% probabilidade

Baseados no coeficiente de correlação estatística de 0,98 encontrado entre os parâmetros tamanho das estacas e peso de raiz, observa-se que estes indicadores apresentam uma relação aproximada de 100/20, em que a cada 100g de caule são produzidos 20g de raiz (Gráfico 10). No mesmo sentido, foi determinada uma correlação estatística de 0,99 entre os parâmetros peso das folhas e peso de raiz, no entanto, com diferente relação para tamanho de estaca, sendo de 100/45 para as estacas menores e de 100/31 para as estacas maiores, em que a cada 100g de folhas são produzidos 45g em estacas menores ou 31g em estacas maiores. Evidencia-se que estes fatores, peso de raiz, peso de folhas e tamanho da estaca, apresentam uma alta variação conjunta sob um modelo de regressão linear.

Gráfico 10: Regressão linear da relação entre peso de folhas e talos sobre raízes no experimento sobre influência de soluções estimulantes e do tamanho das estacas herbáceas



6.4 CONCLUSÕES

O tamanho das estacas influencia o vigor geral da planta regenerada, desenvolvendo maior volume de raízes após o período de enraizamento.

Embora o enraizamento fosse em média geral de 80%, as estacas sem desenvolvimento de raízes ainda se mantiveram vivas e verdes, conservando as folhas, o que poderia representar a sua brotação no futuro.

Os dois tipos de soluções estimulantes apresentaram resultados similares no peso de raízes desenvolvidas pelas estacas em estudo.

As estacas enraizadas em ambos tratamentos desenvolveram ramos e se transformaram em mudas, confirmando a possibilidade de serem usadas as duas soluções estimulantes de enraizamento avaliados nesta pesquisa, com similares resultados.

7 ENRAIZAMENTO DE ESTACAS BASAIS DO MAMOEIRO

RESUMO

A formação de raízes em estacas é um processo anatômico e fisiológico complexo, associado à desdiferenciação e ao redirecionamento do desenvolvimento de células vegetais para a formação de meristemas que darão origem a raízes adventícias. O mamão é considerado uma erva semilenhosa gigante, de rápido desenvolvimento e crescimento indeterminado. Normalmente, o enraizamento das estacas herbáceas é dependente da presença das folhas. Peter Allan em 1964, foi o primeiro a relatar um protocolo para a clonagem de mamão a partir do enraizamento de ramos laterais de árvores maduras. O procedimento relatado sugere o uso de galhos herbáceos de mamão com folhas e adição externa de auxinas, procedimento seguido em quase todos os estudos posteriores sobre enraizamento de estacas. O objetivo deste trabalho foi comparar, em casa de vegetação, o enraizamento de estacas de mamoeiro herbáceas basais sem folhas e estacas herbáceas apicais com folhas. Ambos tratamentos tiveram sua base tratada com uma solução de AIB 3,000 ppm. O enraizamento encontrado neste estudo foi de 72,5% para as estacas basais e de 75% para as estacas terminais, o que indica que não existe diferença significativa no enraizamento de estacas devido ao tipo de estaca. Os resultados apontam também que os ápices e as folhas das estacas terminais influenciam significativamente a quantidade de raízes desenvolvidas, sendo que as estacas basais apresentam menor volume de raízes do que as estacas terminais. Isso permite concluir que, em programas de propagação em larga escala, ou nos casos em que o material a propagar é limitado, podem-se usar estacas basais e terminais, já que ambas têm capacidade de enraizamento.

Palavras chave: *Carica papaya*, Clonagem, Propagação, Viveiro de mudas.

ROOTING OF BASAL CUTTINGS OF PAPAYA

ABSTRACT

The root formation in cuttings is a complex anatomical and physiological process associated with dedifferentiation and redirection of the development of plant cells to the formation of meristems that will lead to adventitious roots. Papaya is considered a giant semi-woody herb, with rapid development and indeterminate growth. Typically, the rooting of herbaceous cuttings is dependent on the presence of leaves. Peter Allan in 1964, was the first to report a protocol for cloning papaya from side branches of mature trees. The procedure reported suggests the use of herbaceous branches of papaya with leaves and the external addition of auxins, a procedure followed in almost all latter studies on cuttings. The aim of this study was to compare, in a greenhouse, the rooting of herbaceous basal cuttings without leaves and tips and apical cuttings with leaves. Both treatments had their base treated with a 3,000 ppm AIB solution. The rooting found in this study was 72.5% for basal cuttings and 75% for terminal cuttings, which indicates that there is no significant difference in the rooting of cuttings due to the treatments. The results also indicate that the tips and leaves of the terminal cuttings significantly influence the amount of volume roots. Since the basal cuttings have a lower volume of roots compared to terminal cuttings. This allows us to conclude that in propagation programs on a large scale, or when the material to be spread is limited, basal and terminals cuttings can be either used, since both has rooting capacity.

Keywords: *Carica papaya*, Cloning, Propagation, nursery plant.

7.1 INTRODUÇÃO

Pomares de mamão são predominantemente instalados com mudas produzidas a partir de sementes, com a exceção da China, onde estacas e cultura de tecidos são amplamente utilizados. As vantagens do uso de estacas para a produção de mudas de mamão são o conhecimento do sexo das plantas, a possibilidade de propagação de material genético de elite, o começo da produção a uma menor altura do solo e a produção de frutos de qualidade uniforme (ALLAN e CARLSON, 2007; ALLAN et al., 2010).

A formação de raízes em estacas é um processo anatômico e fisiológico complexo, associado à desdiferenciação e ao redirecionamento do desenvolvimento de células vegetais para a formação de meristemas que darão origem a raízes adventícias. As células vegetais são consideradas totipotentes, portanto, cada célula retém todas as informações genéticas necessárias para regenerar uma planta completa. Em consequência, as células têm a capacidade de organizar novos meristemas, chamados de meristemas adventícios, a partir de corpos pré-existentes (SEGURA, 2000; BORGES et al., 2011).

As auxinas desempenham papel fundamental na formação de raízes laterais e adventícias, e são sintetizadas principalmente nos meristemas apicais de caules e nas folhas jovens. A formação de raízes adventícias em estacas consta de, no mínimo, duas etapas: a) a formação dos primórdios de raiz a partir de células suscetíveis de desdiferenciação e diferenciação; b) o crescimento das novas raízes. Ambas etapas requerem uso de auxinas, porém em concentrações diferentes (ECHEVERRIA et al., 2000; SEGURA, 2000; TAIZ e ZEIGER, 2013).

Na propagação por meio de estacas são considerados dois grandes grupos: 1) estacas herbáceas, de caule macio com folhas, relativamente não lenhosas, principalmente originárias de rebentos novos; 2) estacas lenhosas sem folhas, lignificadas e provenientes de brotos mais velhos. O mamão é considerado uma erva semilenhosa gigante, com crescimento rápido e indeterminado, portanto, o método aplicado de estaquia usado na espécie é o equivalente a estacas herbáceas com folhas. Normalmente, o enraizamento de estacas herbáceas é dependente da presença de folhas. Estudos sobre o papel das folhas no enraizamento de estacas herbáceas indicam que a capacidade de enraizamento se vê maximizada quando a estaca apresenta-se fotossinteticamente ativa e produzindo assimilados para o desenvolvimento e alongamento dos primórdios da raiz, e quando a folha não está sofrendo de estresse hídrico (LEAKEY, 2004; JIMÉNEZ et al., 2014).

Peter Allan em 1964 foi o primeiro a relatar um protocolo para a clonagem de mamão a partir do enraizamento de ramos laterais com folhas, provenientes de plantas maduras. O procedimento relatado sugere o uso de galhos herbáceos de mamão com folhas e adição externa de auxinas. Esse procedimento foi seguido em quase todos os estudos posteriores sobre enraizamento de estacas de mamão (FITCH et al., 2005; OECD, 2005).

O objetivo deste trabalho foi comparar, em casa de vegetação, o enraizamento de estacas herbáceas basais de mamoeiro sem folhas e estacas apicais com folhas, ambas de constituição herbácea.

7.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação com cobertura plástica. Contou com sistema de irrigação por nebulização intermitente à razão de 30 segundos a cada 10 minutos durante o dia para manter a alta umidade no ambiente. As estacas foram plantadas em vasos plásticos individuais de 200 ml de volume com fibra de coco como substrato. Os leitos foram aquecidos a 30°C. A temperatura do ar dentro da estufa alcançou 40°C nos momentos de maior calor, sem apresentar evidências de afetar o desenvolvimento das estacas.

Foram coletadas brotações laterais com um comprimento maior que 30 cm, provenientes de plantas de mamão aparentemente sadias de um pomar comercial do híbrido Tainung No. 1, com 28 meses de idade. As plantas foram decapitadas dois meses antes do corte das estacas para favorecer o desenvolvimento das ramas laterais. Os ramos com comprimento suficiente para este estudo foram selecionados em campo, coletados e trasladados à casa de vegetação para serem preparados e plantados rapidamente, com o fim de evitar desidratação dos tecidos. As estacas coletadas foram divididas em dois tipos: parte terminal e parte basal (Figura 4), cada uma com 15 cm aproximadamente, formando os tratamentos. Foram mantidas duas a três folhas abertas das estacas apicais, segundo o tamanho das folhas. As estacas basais não apresentavam folhas naturalmente.



Figura 4: Ramos laterais de mamão coletados e divididos para formar os tratamentos do experimento sobre enraizamento de estacas basais do mamoeiro

As estacas tiveram sua base tratada por imersão durante 5 segundos em uma solução hormonal comercial promotora de enraizamento com 3.000 ppm de ácido indolbutírico -AIB.

O tempo de permanência das estacas na casa de vegetação para enraizamento foi de 4 semanas. Após esse período, todas as estacas foram removidas e avaliadas para calcular a capacidade de enraizamento (CE) e o volume de raízes desenvolvidas (VR). Foi definida como enraizada a estaca que apresentava, pelo menos, uma raiz com 3 mm ou mais de comprimento. VR foi avaliado com base em uma escala de um a cinco em relação à porcentagem de aparecimento da raiz nas paredes do vaso, em que (1) <25%; (2) 25%; (3) 50%; (4) 75% e (5) cobertura da raiz de 100%.

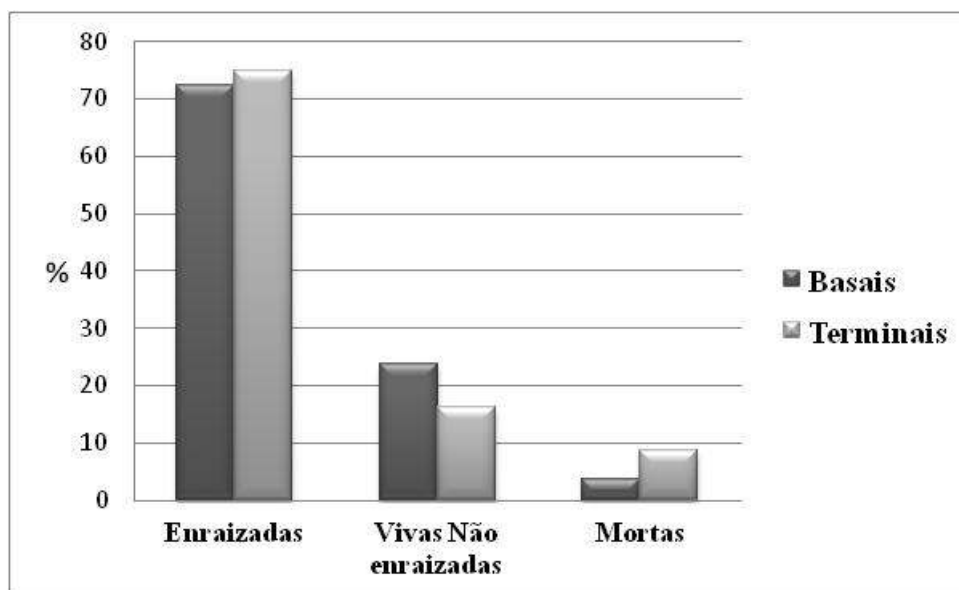
O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com dois tratamentos: estacas basais e estacas terminais, 80 estacas por tratamento, divididas em dois blocos. Os resultados foram analisados pelo programa Statistical Analysis System (SAS), versão 8,1. Foram realizadas análises estatísticas de variância tipo ANOVA, as médias foram comparadas pelo teste de Tuckey.

7.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O enraizamento encontrado neste estudo foi de 72,5% para as estacas basais sem folhas e de 75% para as estacas terminais com folhas. Porcentagens de enraizamento similares foram reportados por Fitch et al. (2005) e Allan e Carlson (2007) para estacas terminais com folhas.

Os resultados obtidos (Gráfico 11) indicam que não existe diferença significativa no enraizamento de estacas devido aos tratamentos (Anexo 3). Gimenez et al. (2013), em testes de enraizamento usando estacas herbáceas, basais e terminais de rami (*Boehmeria nivea*), reportam resultados similares, não observando diferença no enraizamento entre os dois tipos de estacas usados. Cooper (1935), em estudos sobre o enraizamento de estacas de limão (*Citrus limon*) var. Eureka, reporta que não encontrou diferenças significativas no número total de raízes formadas por estacas apicais e basais. No entanto, o autor obsevou que estacas apicais formam raízes primeiro quando comparadas a outro tipo de estacas.

Gráfico 11: Resultados do enraizamento de estacas basais e terminais de mamoeiro



Os resultados encontrados nesta pesquisa apontam que os ápices e as folhas das estacas terminais influenciam significativamente a quantidade de raízes desenvolvidas (Gráfico 12), uma vez que as estacas basais apresentam menor VR que as estacas terminais (Figura 5). Do mesmo modo, Gimenez et al. (2013), relatam que as estacas terminais de rami (*B. nivea*) emitiram um número de raízes significativamente maiores do que as estacas basais. Resultados similares foram obtidos por Ribeiro et al. (2007) para cajarana (*Spondias sp.*), ao reportar que o sistema radicular foi mais desenvolvido usando estacas com folhas.

Segundo Gimenez et al. (2013), isso pode ocorrer devido ao maior número de gemas presentes nas estacas terminais, as quais poderiam estar produzindo auxinas e outros cofatores que atuam para estimular o desenvolvimento radicular.

Gráfico 12: Resultados do volume de raízes desenvolvidas pelas estacas basais sem folhas e terminais com folhas que apresentaram enraizamento

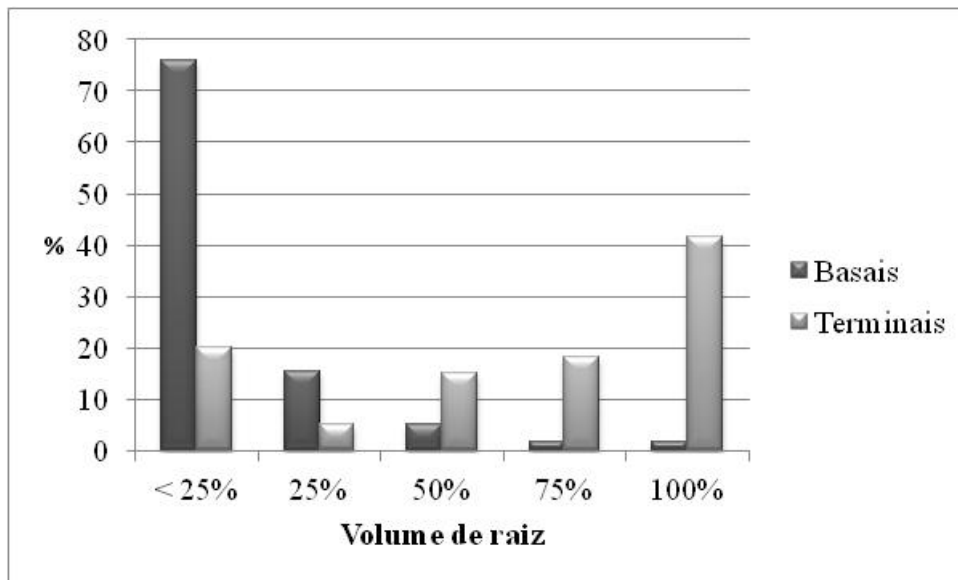


Figura 5: Formação de raízes em estacas basais sem folhas e terminais com folhas
 1: Estaca terminal enraizada com VR de 100%. 2: Estaca basal enraizada com VR <25%.

Guerrero (2008) reporta que estudos sobre o enraizamento de estacas de clavel (*Dianthus caryophyllus*) indicam que a auxina responsável pelo enraizamento não procede do ápice, mas sim, das folhas adultas, transportada pela estaca até a zona de enraizamento. Os resultados obtidos nesta pesquisa indicam que a auxina externa aplicada é suficiente para estimular a brotação de raízes adventícias, fornecendo o hormônio que possivelmente seria produzido nas folhas. Estudos realizados por Al-Salem e Karam (2001) relatam a interação significativa da posição de corte, basais ou terminais, e a concentração de IBA utilizadas no enraizamento das estacas de medronheiro-do-oriental (*Arbutus andrachne*). Nesse caso estacas basais foram tratadas com 24 mM de IBA tiveram maior quantidade de estacas enraizadas e produziram raízes mais longas e com maiores pesos frescos e secos do que estacas terminais com a mesma concentração. Porém na concentração de 12 mM, o enraizamento tenha sido maior em estacas terminais. Esta situação não foi comprovada nesta pesquisa, sendo que os dois tipos de estacas, basais e terminais, tiveram porcentagem de enraizamento similar usando a mesma concentração de hormônio.

7.4 CONCLUSÕES

O tipo de estaca, basais sem folhas e terminais com folhas, não influenciou a porcentagem de enraizamento, mesmo tratadas com o regulador de crescimento AIB a 3,000 ppm.

A presença de ápice e folhas nas estacas de mamão tem efeito na quantidade de raízes desenvolvidas.

Em programas de propagação em larga escala, ou nos casos em que o material a propagar é limitado, podem-se usar estacas basais ou terminais, já que ambas têm capacidade de enraizamento similares.

8 EFEITO NO ENRAIZAMENTO DO PRECONDICIONAMENTO DE ESTACAS DE MAMOEIRO, DA SUA GROSSURA E A PRESENÇA DE FOLHAS E ÁPICE DE CRESCIMENTO

RESUMO

De forma geral no mundo, o mamoeiro é propagado principalmente por sementes, com a exceção da China, onde enraizamento de estacas e cultura de tecidos são amplamente utilizados. Na propagação por estacas, pode-se material para um pomar com plantas 100% hermafroditas. Este trabalho tem por objetivo avaliar o efeito da grossura das estacas e da presença de ápice e folhas, associada ao pré-condicionamento em campo, sobre o enraizamento das estacas em casa de vegetação. Este estudo visa aportar informação para a definição de protocolo comercial para produção de mudas clonais de mamoeiro por meio de enraizamento de estacas, e que o mesmo possa ser reproduzido e usado pelos agricultores. Foram usados os seguintes tratamentos: T1 - Estacas com folhas e ápice de crescimento (AC), originárias de árvores decapitadas (AD), com folhas; T2 - Estacas sem folhas e sem AC, originárias de AD, pré-condicionadas; T3 - Estacas sem folhas e com AC, originárias de AD, pré-condicionadas; T4 - Estacas sem folhas e com AC, originárias de árvores intocadas, pré-condicionadas. O tamanho das estacas não mostrou diferenças significativas quanto à sua capacidade de enraizamento e volume de raízes desenvolvidas. Estacas sem folhas enraizaram bem nas condições deste experimento. A prática do pré-condicionamento de estacas parece ajudar no enraizamento em estacas sem folhas. Estacas sem folhas, particularmente T2 e T4, foram os tratamentos mais promissores para a produção comercial em viveiros em larga escala, uma vez que permitem maior densidade (dupla ou tripla) com menor pressão de doença e maior facilidade de manejo quando comparados a estacas com folhas.

Palavras chave: Ápice de crescimento, espessura de corte, massa de raiz, viveiro.

ROOTING EFFECT OF BRANCHES PRE-CONDITIONING, THICKNESS, LEAVES AND GROWING TIP PRESENCE

ABSTRACT

Papaya is mainly propagated by seed, with the exception of China where cuttings and tissue culture are widely used. Cuttings give 100% hermaphrodite plants. This study aims to evaluate the rooting effect of the thickness of the cuttings and the presence of tips and leaves, associated with preconditioning in the field. This study aims to contribute information for defining a commercial protocol for production of clonal plants of papaya. Protocol that can be replicated by farmers. They were used as treatments: T1 - Cuttings with leaves and growing tips (AC), originated in decapitated trees (AD), with leaves; T2 - Cuttings without leaves and without AC, originating in AD, preconditioned; T3 - Cuttings without leaves and with AC, originating in AD, preconditioned; T4 - Cuttings without leaves and with AC, originating in untouched trees, preconditioned. The size of the cuttings showed no significant differences as to their rooting capacity and volume of developed roots. Leafless cuttings rooted well in this experiment. The practice of preconditioning branches seem to help the rooting in cuttings without leaves. Cuttings without leaves, particularly T2 and T4 were the most promising treatments for mass production in greenhouses, as they allow greater density (double or triple) with less disease pressure and ease of handling compared to cuttings with leaves.

Keywords: Growing tips, Thickness of cutting, Root mass, Nursery plant

8.1 INTRODUÇÃO

A cultura do mamão é propagada principalmente por sementes, com exceção da China onde enraizamento de estacas e cultura de tecidos são amplamente utilizados. Como consequência do uso de sementes, pomares apresentam grande variabilidade na expressão do sexo das plantas e nas características dos frutos. Portanto, neste sistema sexuado de propagação, é necessária a prática da sexagem para a seleção de plantas hermafroditas, as quais produzem os frutos preferidos pelo mercado.

Das vantagens do uso de estacas, destacam-se: o sexo das plantas é conhecido; plantas de elite podem ser perpetuadas; as árvores começam a mais cedo e a produção em um nível mais baixo, alongando o ciclo de produção; os frutos são de qualidade predominantemente uniforme, podendo ser vendidos a preços superiores. Plantas obtidas por estacas frutificam primeiro, quando comparadas às plantas obtidas por sementes. Plantas obtidas por propagação vegetativa têm um custo mais elevado do que as mudas obtidas a partir de sementes. No entanto, os altos custos de instalação devidos aos trabalhos de condução e posterior desbaste nas práticas de sexagem próprias da propagação por sementes aumentam o custo de produção (ALLAN e CARLSON, 2007; SENTHILKUMAR et al., 2014).

Uma limitação na propagação clonal é o risco de difusão de doenças, tendo em conta que os principais problemas do mamão são vírus e fungos vasculares (embora a adoção de materiais transgênicos possa ajudar a ultrapassar esse problema, como acontece atualmente na China). Ainda assim, para os produtores localizados em áreas não afetadas pelos vírus, a propagação vegetativa oferece vantagens produtivas e financeiras (ALLAN et al., 2010).

A produção de mamão clonal em larga escala pode ser usada para fornecer plântulas com certificados fitossanitário e genéticos e seria de grande valor para a indústria de mamão. As plantas matrizes devem ser verificadas regularmente para garantir que estejam livres de vírus prejudiciais ou fungos vasculares. Clonagem de mamão pode ser realizada de forma segura, mantendo intactas as características das plantas-mãe (ALLAN e CARLSON, 2007; LIMA et al., 2010; SENTHILKUMAR et al., 2014).

O clone feminino do mamão '*Honey Gold*' tem sido cultivado comercialmente há mais de 40 anos por enraizamento de estacas com folhas, mantendo-se suas características. Allan em 1964 foi o primeiro a relatar um protocolo para a clonagem de mamão, enraizando ramos laterais com folhas de árvores maduras. O processo de enraizamento de estacas foi, então, evoluindo; pesquisas foram realizadas usando hormônios para aumentar o aparecimento de ramos laterais de plantas decapitadas; em outras pesquisas foram usadas plantas matrizes

selecionadas em campo e cultivadas em estufa. Experimentos posteriores testaram o uso de hormônios para promover o enraizamento, adicionalmente foram introduzidos o calor inferior e a nebulização intermitente para melhorar o processo de enraizamento das estacas (REUVENI e SHLESINGER, 1990; FITCH et al., 2005; ALLAN e CARLSON, 2007).

Quando cultivadas, as plantas de mamão geralmente têm um único tronco, exibindo uma forte dominância apical e raramente apresentando ramificações, a menos que seja removido ou danificado o meristema apical. Porém, as plantas de mamão podem desenvolver vários ramos laterais quando se tornam mais velhas. Essas brotações adventícias e axilares oferecem material para a multiplicação assexuada rápida de plantas maduras (MALO E CAMPBELL, 1994; SILVA et al., 2007).

O uso de plantas matrizes associadas a diferentes técnicas de poda e o uso de hormônios fornecem aos viveiristas maior oportunidade de gerir o número, tempo e qualidade do corte das estacas para enraizamento (HOWARD, 1994).

A grossura da estaca e a presença das folhas e ápice terminal, associadas ao pré-condicionamento em campo dos rebentos laterais (fonte das estacas), foram estudadas nesta pesquisa, seguindo a prática sugerida por Genu e Pinto (2002) para a manga. Essa prática, também chamada toailete, consiste em preparar os garfos quando ainda estão ligados à planta mãe. A operação envolve o corte das folhas, de cinco a dez dias antes da sua remoção da árvore, a fim de forçar o intumescimento das gemas e acelerar a fixação após a enxertia.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o enraizamento das estacas em casa de vegetação considerando o efeito da grossura das estacas e a presença de ápice e folhas, associada ao pré-condicionamento das mesmas em campo, quando ainda estão ligadas a planta mãe.

8.2 MATERIAIS E MÉTODOS

As estacas usadas neste estudo foram retiradas de plantas de mamão var. Tainung No. 1, crescendo em pomar comercial. Dois tipos de plantas foram usadas e pré-condicionadas para recolher as estacas: a) árvores de 2,5 anos de idade, decapitadas para eliminar a dominância apical e melhorar o desenvolvimento dos brotos laterais; b) árvores de 2 anos de idade, em produção e não decapitados, onde rebentos laterais apareceram naturalmente e foram mantidos. O estudo foi desenvolvido em janeiro de 2015. Os tratamentos (Tabela 9; Figura 6) utilizados foram:

T1 - Estacas com folhas e ápice de crescimento (AC), originárias de árvores decapitadas (AD), com três a cinco folhas maduras mantidas, dependendo do tamanho da folha;

T2 - Estacas sem folhas e sem AC, originárias de AD, pré-condicionadas;

T3 - Estacas sem folhas e com AC, originárias de AD, pré-condicionadas;

T4 - Estacas sem folhas e com AC, originárias de árvores intactas, pré- condicionadas.

Os tratamentos 2, 3 e 4 foram pré-condicionados uma semana antes da coleta para promover a cicatrização dos cortes, eliminando com facas as folhas e/ou os ápices de crescimento, segundo o caso.

Tabela 9: Tipos de tratamento das estacas, conforme suas características usados no experimento sobre enraizamento de estacas com folhas e sem folhas

| Tratamento | Características das estacas | | | |
|------------|--------------------------------|--------|---------------------------------|-------------------------|
| | Árvores Decapitadas (AD) | Folhas | Ápice de Crescimento (AC) | Pré- condicionamento |
| T1 | Sim | Sim | Sim | Não |
| T2 | Sim | Não | Não | Sim |
| T3 | Sim | Não | Sim | Sim |
| T4 | Não | Não | Sim | Sim |

. Os tamanhos foram classificados como finos (1,0 a 1,5 cm de diâmetro da estaca); médios (1,6 a 2,0 cm), e grossos (2,1 a 2,5 cm). O comprimento das estacas variou de 15 a 20 cm para todos os tamanhos.

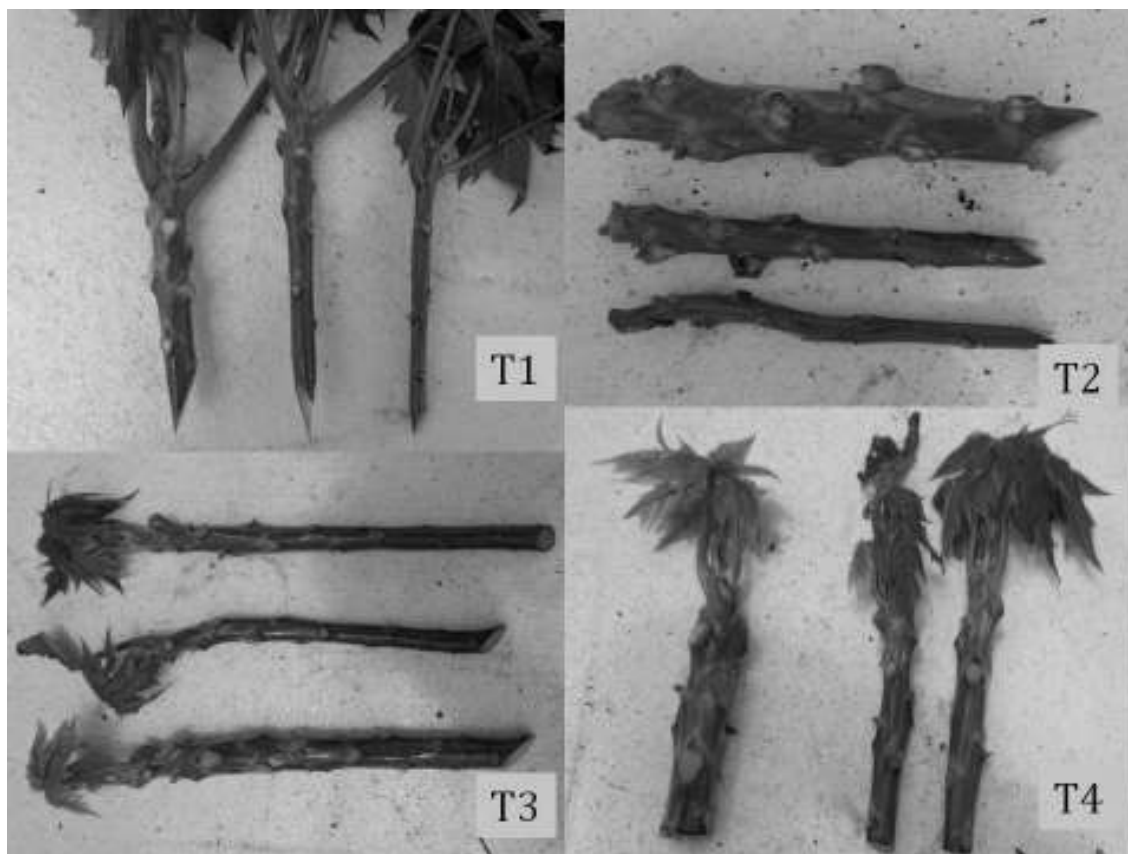


Figura 6: Imagens dos tratamentos e do tamanho das estacas usados no experimento sobre enraizamento de estacas com folhas e sem folhas de árvores de mamão

Os ramos laterais selecionados em campo para esse estudo foram retirados das plantas e trasladados à casa de vegetação para serem classificados, preparados e plantados rapidamente, evitando-se, assim, a desidratação. As bases de todas as estacas foram mergulhadas (3,0 a 5,0 cm) em uma solução de gel comercial de enraizamento, contendo ácido indolbutírico $3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, plantadas em vasos individuais com 0,5L de fibra de coco.

As estacas foram colocadas para enraizamento em estufa agrícola sob condições controladas. Foi utilizado sistema de nebulização por aspersão, mantendo-se a umidade relativa alta. O substrato na base das estacas foi aquecido por sistema elétrico de resistências, mantendo-se uma temperatura de 30°C . A distribuição das estacas nas bancadas era a mesma em todos os tratamentos. As folhas e brotos mortos ou em decomposição foram removidos regularmente para o saneamento.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com 4 tratamentos, 3 grossuras e 20 repetições, equivalente a 60 estacas por tratamento, totalizando 240 estacas. Os resultados foram analisados pelo programa Statistical Analysis System (SAS), versão 8,1. realizado teste Tukey e Fisher ao 95% de confiabilidade.

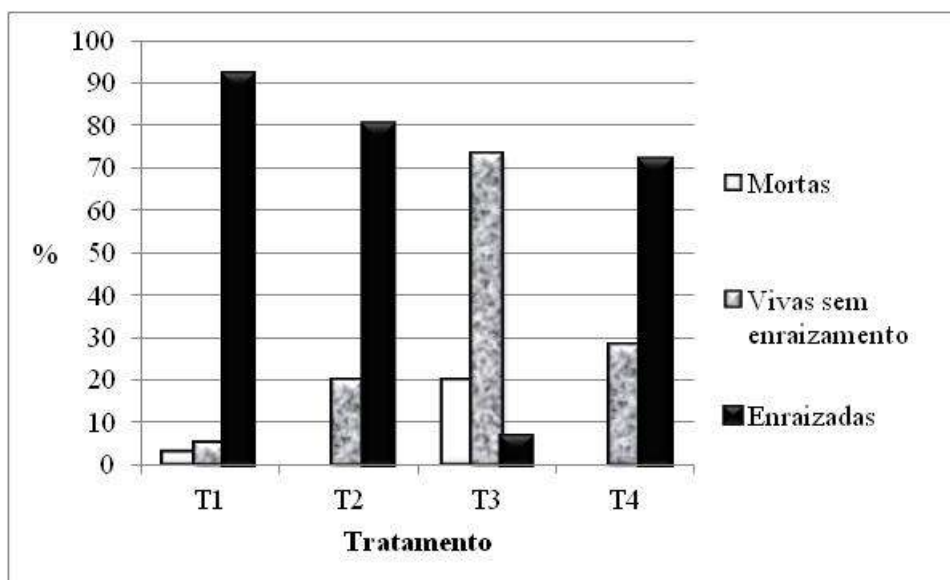
Passados vinte e oito dias, as estacas foram removidas da estufa climatizada para avaliação da capacidade de enraizamento (CE) e de volume de raiz emitida (VR). A estaca foi considerada enraizada quando pelo menos uma raiz com mais de 3mm havia emergido. O VR foi avaliado com base na porcentagem de aparecimento da raiz nas paredes do vaso, em que: (1) <25%; (2) 25%; (3) 50%; (4) 75% e (5) cobertura total da raiz -100%.

8.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi comprovado efeito devido ao diâmetro das estacas usados neste estudo, já que este fator não apresenta evidencia de diferenças significativas (Anexo 4), embora os tamanhos fino e médio, ambos com 65% CE, foram um pouco melhores quando comparados ao de maior diâmetro com 57%. Allan e Carlson (2007) encontraram respostas semelhantes e relataram que estacas de médio e pequeno porte tiveram melhor desempenho do que estacas maiores. Resultados encontrados em estudos preliminares a essa pesquisa (RUIZ et al., 2014) apontam que o tamanho inicial das estacas influencia significativamente a quantidade de raízes desenvolvidas. Da mesma forma, resultados relatados por Hidaka et al. (2008) sugerem, para estacas de mamão enraizadas *in vitro*, que o tamanho dos brotos usados afeta positivamente o seu enraizamento. Resultados similares são relatados por Borges et al. (2011) no enraizamento de estacas de eucalipto.

Os resultados encontrados indicam efeito altamente significativo dos tratamentos sobre o enraizamento. T1 apresentou 92% de CE e a VR maior, em contraste com T3, que apresentou 7% CE e a VR menor. Por outro lado, T2 e T4 apresentaram resultados similares com 80% e 71% de CE respectivamente, e uma VR intermediária, mas suficiente para alcançar um bom sistema radicular (Gráfico 13 e Tabela 10).

Gráfico 13: Resultados do enraizamento dos tratamentos usados no experimento sobre enraizamento de estacas de mamoeiro com folhas e sem folhas



As provas de múltipla categoria realizadas, permitem comprovar que cada um dos tratamentos apresentou resultados estatisticamente diferentes dos outros (Tabela 10), evidenciando a diferença de resultados, no enraizamento de estacas, nos diferentes tratamentos usados.

Tabela 10: Distribuição do Volume de Raiz segundo o tratamento, encontrado no experimento sobre enraizamento de estacas com folhas e sem folhas de árvores de mamão

| Tratamento | Estacas enraizadas (%) conforme Volume de Raiz (VR) | | | | | Total do enraizamento (%) |
|------------|--|------|------|------|------|---------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| T1 | 3.3 | 0.0 | 10.0 | 5.0 | 73.4 | 91.7 |
| T2 | 65.0 | 10.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 80.0 |
| T3 | 3.3 | 1.7 | 0.0 | 0.0 | 1.7 | 6.7 |
| T4 | 10.0 | 5.0 | 13.3 | 13.4 | 30.0 | 71.7 |

Volume de raiz: (1) <25%; (2) 25%; (3) 50%; (4) 75% e (5) 100% de cobertura de raízes.

A capacidade de enraizamento encontrada neste estudo foi semelhante à relatada por Reuveni e Shlesinger (1990), Fitch et al. (2005) e Allan e Carlson (2007), entre 85% a 100%. Os quais usaram estacas folhosas. Normalmente, o enraizamento das estacas herbáceas e semilenhosas depende da presença de folhas; pois sem folhas as estacas, muitas vezes, não

sobrevivem. No entanto, observou-se que as estacas sem folhas apresentaram uma aceitável taxa de enraizamento sob as condições deste experimento.

Leakey (2004) sugere que o enraizamento em estacas lenhosas é promovido pela produção e armazenamento de açúcares específicos durante o período em que as estacas estão na planta mãe. A ação de pré-condicionamento usada neste estudo pode estar atuando para ajudar a promover este processo de armazenamento de açúcares.

As estacas classificadas como "vivas - não enraizadas" por não terem emitido raízes no período estabelecido desta avaliação, poderiam iniciar o processo e enraizar nos dias seguintes, considerando-se o relatado por Allan e Carlson (2007), que usaram tempos de avaliação mais longos para o enraizamento, entre seis a dez semanas. Este estudo, com 28 dias de enraizamento, assemelha-se ao reportado por Fitch et al. (2005) que usaram 21 dias. No entanto, Reuveni e Shlesinger (1990) relataram avaliações de enraizamento em apenas 17 dias.

Reuveni e Shlesinger (1990) relataram forte dominância apical atuando como inibidores do crescimento de brotos laterais de mamão, situação que não foi observada neste estudo, já que não se observou influência da dominância apical das plantas matrizes no enraizamento das estacas delas retiradas.

Allan e Carlson (2007) relataram problemas recorrentes com o apodrecimento bacteriano de estacas, mesmo adotando procedimentos sanitários preventivos, situação que foi bem gerida neste estudo, com o mínimo de perdas.

8.4 CONCLUSÕES

O tamanho das estacas não mostrou diferenças significativas quanto à sua capacidade de enraizamento e volume de raízes desenvolvidas. Estacas sem folhas enraizaram bem nas condições deste experimento. A prática do pré-condicionamento de estacas parece ajudar no enraizamento em estacas sem folhas.

Estacas sem folhas, particularmente T2 e T4, foram os tratamentos mais promissores para a produção em larga escala nos viveiros, uma vez que permitem maior densidade (dupla ou tripla) com menos pressão de doença e maior facilidade de manejo quando comparados com estacas de folhas.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL. (2016). *Anuário da Agricultura Brasileira*. Agra FNP. 600p.
- ALLAN, P. (1990). *Vegetative propagation and production of "Honey Gold" papayas*. In Symposium on Tropical Fruit in International Trade. Acta Horticulturae 269 (pp. 105-112).
- ALLAN, P.; CARLSON, C. (2007). *Progress and problems in rooting clonal Carica papaya cuttings*. South African Journal of Plant and Soil, 24(1), 22–25. doi:10.1080/02571862.2007.10634776
- ALLAN, P.; CLARK, C.; LAING, M. (2010). *Grafting papayas (Carica papaya L.)*. Acta Horticulturae. (ISHS). v.851, p. 254-258.
- AL-SALEM, M. M.; KARAM, N. S. (2001). *Auxin, wounding, and propagation medium affect rooting response of stem cuttings of Arbutus andrachne*. HortScience. vol. 36, no 5, p. 976-978.
- ARAÚJO, A. G. F.; YAMANISHI, O. K. (2003). *Estudo da viabilidade da propagação assexuada do mamoeiro (Carica papaya L.) via borbúlia sob condição de campo*. En: XLIX Reunião Anual da Sociedade Interamericana de Horticultura. Fortaleza-CE. Resumos do XLIX Reunião Anual da Sociedade Interamericana de Horticultura. Fortaleza-CE: Embrapa Agroindústria TRopical, 2003. p. P087-P087.
- AUSTRALIA. (2014). *Australian Public Quarantine Alert PQA0994*. Australian Government. Department of Agriculture Disponível em: http://apps.daff.gov.au/icon32/asp/ex_topiccontent.asp?TopicType=Quarantine+Alert&TopicID=26372. Consultado em: 03/05/2015)
- BADILLO, V. M. 2000. *Carica L. vs. Vasconcella St. Hil. (Caricaceae) con la rehabilitacion de este último*. Ernstia 10: 74–79.
- BORGES, S. R.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. S. D.; MELO, L. A. D.; ROSADO, A. M. (2011). *Rooting of mini-cuttings of Eucalyptus globulus hybrid clones*. Revista Árvore, v. 35, n. 3, p. 425-434.
- BRASIL. (2000). *Mamão*. Brasília, Ministério da Integração Nacional. FrutiSéries 7: 8p.
- BRASIL. (2006). Casa Civil. Decreto nº 5.759, de 17 de abril de 2006. Publicado no Diário Oficial da União de 18 de abril de 2006, Seção 1, Página 3.
- CAMPOSTRINI, E.; GLENN, D. M. (2007) *Ecophysiology of papaya: a review*. Brazilian Journal of Plant Physiology, v. 19, n. 4, p. 413-424.
- CAMPOSTRINI, E.; YAMANISHI, O. K. (2001) Influence of mechanical root restriction on gas-exchange of four papaya genotypes. Braz. J. Plant Physiol. 13:129-138.

- CARLOS, E. F.; DONADIO, L. C.; STUCHI, E. S. (1997). *Porta-enxertos para a citricultura paulista*. Jaboticabal:Funep, 42p.
- CARVALHO, F. A. (2013). *e-Monograph of Caricaceae*. Version 1, November 2013. [Database continuously updated]. Disponível em: <http://herbaria.plants.ox.ac.uk/bol/caricaceae>. Consultado em: 03/08/2016)
- CARVALHO, F. A.; RENNER, S. S. (2012). *A dated phylogeny of the papaya family (Caricaceae) reveals the crop's closest relatives and the family's biogeographic history*. *Molecular phylogenetics and evolution*, v. 65, n. 1, p. 46-53.
- CAVALCANTI, D. B. N.; RESENDE, G. M. (2006). *Ocorrência e Utilização do Mamãozinho-De-Veado (*Jacaratia corumbensis* O. KUNTZE) Para Alimentação Animal na Região Semi-Árida do Estado Da Bahia*. *Revista Caatinga*, 19(2).
- CEPEA. (2016). *Perspectivas cepea; hoje, acompanhe frutas e hortaliças*. Cepea (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada). Esalq/USP. Piracicaba, 14 de janeiro de 2016. Disponível em: http://cepea.esalq.usp.br/comunicacao/Cepea_Perspectivas_Frutas_Hortalicas.doc. Consultado em 09/09/2016.
- COOPER, W. C. (1935). *Hormones in relation to root formation on stem cuttings*. *Plant physiology*, 10(4), 789.
- COSTA, A. D. F. S. D.; PACOVA, B. E. V. (2003). *Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas do melhoramento genético do mamoeiro*. Em: MARTINS, D. dos S.; COSTA, A. de F. S. da. *A cultura do mamão: tecnologia e produção*. Vitória-ES: INCAPER. cap. 3, p. 59-102
- CUNHA, A. C. M. M. D.; DE PAIVA, H. N.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. (2010). *Papel da nutrição mineral na formação de raízes adventícias em plantas lenhosas*. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo.No. 58, p 35-47.
- DANTAS, J. L. L.; CASTRO NETO, M. D.; TRINDADE, A. (2000). *Aspectos botânicos e fisiológicos. Mamão, produção: aspectos técnicos*. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 11-14.
- ECHEVERRÍA, M. C.; BRAVO, J. S.; ARNAO, M. B. (2000). *Introducción al desarrollo. Auxinas*. *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Azcón-Bieto, J. y Talón, M.(Eds.), McGraw-Hill Interamericana, Madrid y Edicions Universitat de Barcelona. Barcelona, 377-398
- ÉDER-SILVA, E.; FELIX, L. P.; BRUNO, R. D. L. A. (2007). *Citogenética de algumas espécies frutíferas nativas do nordeste do Brasil*. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 29(1), 110-114.

- FITCH, M.M.; MOORE, P. H.; LEONG, T. C. W.; AKASHI, L. A. Y.; YEH, A. K. F.; WHITE, S. A.; CRUZ, A. S.; SANTO, L. T.; FERREIRA, S. A.; POLAND, L. J. (2005). *Clonally propagated and seed derived papaya orchards: I. Plant production and field growth*. Hort. Science., 40(5): 1283-1290. 2005.
- GENU, P. D. C.; PINTO, A. D. Q. (2002). *A cultura da mangueira*. Brasília: EMBRAPA. Serviço de Produção de Informação. 454p.
- GIANOLI, E. (2004). *Plasticidad fenotípica adaptativa en plantas*. Fisiología ecológica en plantas. Mecanismos y respuestas a estrés en los ecosistemas. Departamento de Botánica, Universidad de Concepción, Chile, 13-25.
- GIMÉNEZ, F. R. M.; PINO, P. A. S.; BUSCIO, O. A. M. (2013). *Multiplicación masal del ramio (*Boehmeria nivea* (L.) gaud.) mediante estacas herbáceas*. Investigación Agraria. vol. 7, no 1. 54-58p.
- GONZÁLEZ, H. (2010). Efecto de tres patrones en el desarrollo vegetativo y de raíz, producción y calidad de fruto en pepino. Tesis maestrado. Universidad Autonoma de Chapingo, Mexico.
- GONZÁLEZ, H. Z.; CASTELLANOS, S. J.; ROBLES, E. P.; LEÓN, C. M. T.; RODRÍGUEZ-PÉREZ, J. E. (2014). *Efecto del patrón en el rendimiento y tamaño de fruto en pepino injertado*. Revista fitotecnia mexicana, 37(1), 41-47.
- GUERRERO, M. J. R. (2008). *Origen y transporte del ácido indolacético implicado en el enraizamiento de esquejes de clavel*. XIII Reunión de la Sociedad Española de Fisiología Vegetal: VI Congreso Hispano-luso.
- HARTMANN, H.; KESTER, D. E. (1999). *Propagación de plantas. Principios y Prácticas*. 7ª Reimpresión. Continental. México.
- HIDAKA, T.; KOMORI, S.; YAMADA, M.; FUKAMACHI, H. (2008). *Mass-production of Papaya (*Carica papaya* L.) Saplings Using Shoot-tip Culture of Commercial Use*. 南太平洋研究, 28(2), 87-95.
- HOWARD, B.H. (1994). *Manipulating Rooting Potential in Stockplants before Collecting Cuttings*. Biology of Adventitious Root Formation, 123–142. doi:10.1007/978-1-4757-9492-2_10
- IBGE. (2014). *Produção Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanentes*. Área destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras permanentes. Tabela 1613.. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1613&z=p&o=30>. Acessado em: 09/09/2016.

- JIMÉNEZ, V. M.; MORA-NEWCOMER, E.; GUTIÉRREZ-SOTO, M. V. (2014). *Biology of the papaya plant*. Em: Genetics and Genomics of Papaya. Springer New York. 17-33p.
- KYNDT, T.; VAN DROOGENBROECK, B.; ROMEIJN-PEETERS, E.; ROMEROMOTOCHI, J. P.; SCHELDEMAN, X.; GOETGHEBEUR, P.; VAN DAMME, P.; GHEYSEN, G. (2005). *Species relationships in the genus Vasconcellea (Caricaceae) based on molecular and morphological evidence*. American Journal of Botany 92(6): 1033–1044p
- LEAKEY, R. R.(2004). *Physiology of vegetative reproduction*. Encyclopedia of Forest Sciences. School of Tropical Biology. James Cook University.Cairns. Australia 1655-1668p.
- LEONARDI, C.; ROMANO, D. (2004). *Recent issues on vegetable grafting*. Acta Horticulturae. 631, ISHS 2004 (pp. 163-174).
- LIMA, L. A.; NAVES, R.V.; YAMANISHI, O. K.; PANCOTI, H. L. (2010). *Behavior of three papaya genotypes propagated by grafting in brazil*. Acta Hort. (ISHS) v. 851, 343-348p.
- LIMA, L. A.; YAMANISHI, O. K. (2004). *Papaya (Carica papaya L.) Crown substitution of Tainung 01 female plants for hermaphrodite ones through lateral grafting*. In International Symposium on Tropical and Subtropical Fruits (Vol. 3, No. 2004, p. 57).
- LOPEZ, E.; JESUS, R. A.; AGUSTIN, R. F.; DOMINGUEZ, S.; JOAQUIN, G. (2008). *Evaluación de métodos de injerto en sandía (Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum. y Nnakai sobre diferentes patrones de calabaza*. Idesia. v, 26(2), 13-18.
- MACHADO FILHO, J. A.; CAMPOSTRINI, E.; YAMANISHI, O. K.; FAGUNDES, G. R. (2006) *Variação sazonal das trocas gasosas em folhas de mamoeiro cultivado em condições de campo*. Bragantia, v. 65, n. 02, p. 185-196.
- MALO, S. E.; CAMPBELL, C. (1994). *The papaya*. University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agriculture Sciences, EDIS. 3p.
- MARANCA, G. (1992). *Cultura do mamão: clima e solo, variedades e formação do pomar, enfermidades, colheita, comercialização e industrialização*, Nobel. 108 p
- MARLER, T. E.; MICKELBART, M. V. (1998) *Drought, leaf gas exchange, and chlorophyll fluorescence of field-grown papaya*. Journal of the American Society for Horticultural Science, vol. 123, no 4, p. 714-718.
- MARLER, T. E.; MICKELBART, M. V.; QUITUGUA, R. (1993). *Papaya ringspot virus influences net gas exchange of papaya leaves*. HortScience, 28(4), 322-324.
- MARTINAZZO, E. G.; PERBONI, A. T.; DE OLIVEIRA, P. V.; BIANCHI, V. J.; BACARIN, M. A. (2013) *Atividade fotossintética em plantas de ameixeira submetidas ao déficit hídrico e ao alagamento*. Ciênc. rural, v. 43, n. 1, p. 35-41.

- MARTÍNEZ, M. C. G. (1985). *Brotación, prendimiento y crecimiento de manzano (Malus doméstica) y peral (Pyrus doméstica) injertados sobre Tejote (Crataegus pubescens HBK)*. Universidad Autónoma Chapingo (México). No. CIDAB-T-SB363-M6b. Departamento de Fitotecnia.
- MENDOZA, L. M. R.; LUIS, A. A.; LARIOS, G. A. (2004). *El cultivo del níspero Eriobotrya japonica L., una alternativa de producción frutícola*. Folleto Técnico Núm. 1. Campo Experimental Uruapan. CIRPAC. INIFAP. Michoacán, México. 27p.
- MING, R.; YU, Q.; MOORE, P. H. (2007). *Sex determination in papaya*. Seminars in cell & developmental biology. Academic Press. Vol. 18, No. 3. 401-408p.
- MORENO, A.; FISCHER, G. (2003). *Efectos del anegamiento en los frutales*. una revisión. Temas Agrarios, 19 (1).
- NIETO, R.; BORYS, M. W. (1999). *Relaciones fisiológicas y morfológicas de injertos de frutales sobre Tejocote (Crataegus spp.) como portainjerto*. Universidad Autónoma Chapingo. Mexico. Revista Chapingo. Serie Horticultura. (2), 137-150.
- OCAÑA, G. V. P. (2002). *Estudio de la afinidad de especies de caricaceae como patrones de babaco (Carica heilbornii nothovar pentagona) y su reacción a Fusarium oxysporum*. Tesis de grado. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas
- OECD (Organisation for the Economic Cooperation and Development) (2005). *Consensus document on the biology of papaya (Carica papaya)*. Series on Harmonization of Regulatory Oversight in Biotechnology, OECD Environment Directorate, Paris, P. 33
- OLIVEIRA, E. J. D.; LOYOLA, J. L.; SILVA, M. D.; SOUZA, D.; SOUZA, H. D.; NUNES, T. (2007b). *Marcadores moleculares na predição do sexo em plantas de mamoeiro*. Pes. Agropec. Bras, 42(12), 1747-1754.
- OLIVEIRA, E. J. D.; DANTAS, J. L. L.; SILVA C. M. D. (2007a). *Conservação e uso do germoplasma de mamoeiro na Embrapa*. Publicado no Portal ZooNews em 31.10.2007
- OLIVEIRA, R. P.; DOS SANTOS, S. F. W.; PASSOS, O. S.; SCIVITTARO, W. B.; DA ROCHA, P. S. G. (2008). *Porta-enxertos para citros*. Embrapa Clima Temperado. Pelotas. 45 p. Documentos, 226.
- PASSOS, O. S.; PEIXOUTO, L. S.; SANTOS, L. C. D.; CALDAS, R. C.; SOARES FILHO, W. D. S. (2006). *Caracterização de híbridos de Poncirus trifoliata e de outros porta-enxertos de citros no Estado da Bahia*. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 28, n. 3, p. 410-413.
- PAULL, R. E.; DUARTE, O. (2011). *Tropical fruits* (Vol. 1). 2nd ed. CABI. Crop production science in horticulture series; no. 20.

- PAZOS, B. D. M. (2003). *Evaluación del comportamiento agronómico del babaco (Carica x heilbornii nm pentgona) injertado en cinco patrones de Caricaceas. Tumbaco-Pichincha.* Tesis de Grado. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas.
- PERES, A. C. J.; DOMINGUES, E. P.; LOPEZ, M. A. R.; PIRES, M. C.; YAMANISHI, O. K. (2016) *Income Loss in Commercial Orchard of Seed Propagated 'Tainung 1' Papaya due to Devaluated Round Fruits from Female Plants.* VI International Symposium on Tropical and Subtropical Fruits.
- REIS, E. M.; CASA, R. T. (1998). *Patologia de sementes de cereais de inverno.* Passo Fundo: Aldeia Norte. 85p.
- REIS, F. D. O.; CAMPOSTRINI, E. (2008). *Trocas gasosas e eficiência fotoquímica potencial em mamoeiro do grupo 'formosa' cultivado em condição de campo.* *Bragantia*, 67(4), 815-822.
- REUVENI, O.; SHLESINGER, D. R. (1990). *Rapid vegetative propagation of papaya plants by cuttings.* International Symposium on the Culture of Subtropical and Tropical Fruits and Crops. doi:10.17660/actahortic.1990.275.36
- REYES, S. C. (1981). *Mejoramiento genético de la Papaya (Carica papaya L.).* Em: *Mejoramiento genético de frutales tropicales.* Universidad Nacional de Colombia. 85-124p. Disponível em: http://www.bdigital.unal.edu.co/55/4/28_-_3_Capi_3.pdf. Consultado em 09/09/2016.
- RIBEIRO, M. C. C.; BENEDITO, C. P.; MOURA, M. D. C. F.; PEREIRA, W. H.; NUNES, T. A. (2007). *Efeito das folhas e do tipo de estaca no enraizamento de cajarana (Spondias sp.)*. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável.* vol. 2, no 2.
- RITZINGER, C. H. S. P.; SOUZA, J. D. S. (2000). *Mamão: fitossanidade.* Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. Frutas do Brasil. 91p.
- RODRIGUES, G.; PINTO A. (1996). *Aspectos fisiológicos da propagação de fruteiras.* Produção de mudas frutíferas sob condições do ecossistema de Cerrados. EMBRAPA – CPAC, 1996, p. 29-33
- RODRÍGUEZ, D.; MARÍN, C.; QUECAN, H.; ORTIZ, R. (2005). *Áreas potenciales para colectas del género "Vasconcellea badillo" en Venezuela.* *Bioagro*, 17(1), 3-10.
- RODRÍGUEZ, G.; SCHAFFER. B.; BASSO. C.; VARGAS, A. (2014). *Efecto del tiempo de inundación del sistema radical sobre algunos aspectos fisiológicos y desarrollo del cultivo de lechosa (Carica papaya L.).* *Rev. Fac. Agron. (UCV)* 40 (3): 89-98.
- ROTHENBERGER, R. R.; STARBUCK, C. J. (2013). *Grafting.* Department of Horticulture. Published by MU Extension, University Of Missouri-Columbia. G 6971.

- RUGGIERO, C. (1980). *Propagação do mamoeiro*. Cultura do mamoeiro editora Jaboticabal: FUNESP/USP. Jaboticabal. Anais. Piracicaba. p.79-87.
- RUIZ, L. M.; YAMANISHI, O. K.; MEJIA, L. M. (2014). *Influência de dois indutores hormonais e do tamanho das estacas herbáceas no enraizamento do mamoeiro*. Congresso Brasileiro de Fruticultura, v. 23, TRA3360.
- SCHELDEMAN, X.; WILLEMEN, L.; D'EECKENBRUGGE, G. C.; ROMEIJN-PEETERS, E.; RESTREPO, M. T.; MOTOCHÉ, J. R.; RODRÍGUEZ, D. (2007). *Distribution, diversity and environmental adaptation of highland papayas (*Vasconcellea spp.*) in tropical and subtropical America*. Biodiversity and Conservation, 16(6), 1867-1884.
- SEGURA, J. (2000). *Introducción al desarrollo. Concepto de hormona vegetal*. Em: Fundamentos de Fisiología Vegetal. Azcón-Bieto, J. y Talón, M.(Eds.), McGraw-Hill Interamericana, Madrid y Edicions Universitat de Barcelona. Barcelona, 349-376
- SENTHILKUMAR, S.; KUMAR, N.; SOORIANATHASUNDARAM, K.; JEYA KUMAR, P. (2014). *Aspects on asexual propagation in papaya (*Carica papaya* L.) a review*. Department of Fruit Crops, Tamil Nadu Agricultural University, India. Agricultural Reviews, 35(4).
- SILVA, J. T. D.; RASHID, Z.; NHUT, D. T.; SIVAKUMAR, D.; GERA, A.; SOUZA JR, M. T.; TENNANT, P. F. (2007). *Papaya (*Carica papaya* L.) biology and biotechnology*. Global Science Books. Tree and Forestry Science and Biotechnology, 1(1), 47-73.
- SCHMILDT, O.; CAMPOSTRINI, E.; SCHMILDT, E. R.; NETTO, A. T.; PEÇANHA, A. L.; FERRAZ, T. M.; FERREGUETTI, G. A.; ALEXANDRE, R. S.; GONZÁLEZ, J. C. (2016). *Effects of indol butyric acid concentration on propagation from cuttings of papaya cultivars 'Golden' and 'Uenf/Caliman 01'*. Fruits, 71(1), 27-33p.
- SOUZA, J. S. (2000). *Aspectos socioeconômicos. Mamão*. Produção: aspectos técnicos. (Frutas do Brasil, 3) Brasília: Embrapa Comunicações para Transferência de Tecnologia, p. 10.
- TAIZ, L.; ZEIGER E. (2013). *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed. p. 918
- TAPIA-TUSSELL, R.; MAGAÑA-ALVAREZ, A.; CORTES-VELAZQUEZ, A.; ITZA-KUK, G.; NEXTICAPAN-GARCEZ, A.; QUIJANO-RAMAYO, A.; MARTIN-MEX, R.; PEREZ-BRITO, D. (2014). *Seed transmission of Papaya meleira virus in papaya (*Carica papaya*) cv. Maradol*. Plant Pathology, 64(2), 272-275.
- YAMANISHI, O. K.; MELLO, R. M. D.; MARTINS, V. A.; LIMA, L. A. D.; FAGUNDES, G. R. (2006). *Comportamento do mamoeiro sekati nas condições do oeste da Bahia*. Revista Brasileira de Fruticultura, v.1.

YU, T. A.; YEH, S. D.; CHENG, Y. H. YANG J. S. (2000). *Efficient rooting for establishment of papaya plantles by microproagation*. Plant cell, tissue and organ culture, v. 61, n. 1, p. 29 -35.

ANEXOS

Anexo 1

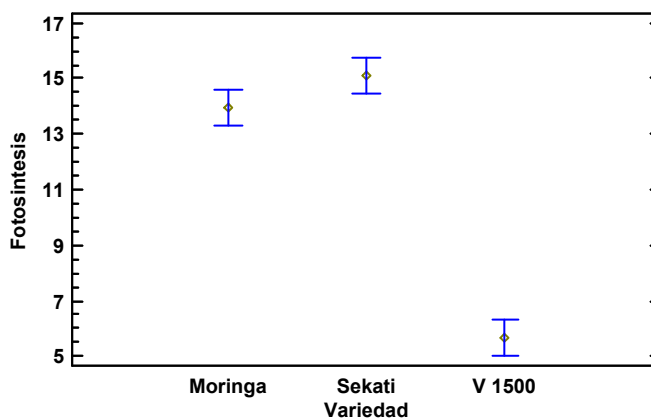
Análisis de Varianza para Fotosíntesis - Suma de Cuadrados Tipo III

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------------|-------------------|-----|----------------|---------|---------|
| EFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| A:Variedad | 4249,94 | 2 | 2124,97 | 185,72 | 0,0000 |
| B:horas | 2301,24 | 3 | 767,079 | 67,04 | 0,0000 |
| C:Bloque | 41,7671 | 3 | 13,9224 | 1,22 | 0,3043 |
| RESIDUOS | 2643,0 | 231 | 11,4416 | | |
| TOTAL (CORREGIDO) | 9235,95 | 239 | | | |

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Se aprecia que existe efecto altamente significativo (Valor $p=0,0000$) de las variedades y de las horas sobre la fotosíntesis, mientras que el bloque no ejerce efecto significativo (valor $p=0,3043$), esto debido a...

Medias y 95,0% de Tukey HSD



Pruebas de Múltiple Rangos para Fotosíntesis por Variedad

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| Variedad | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|----------|-------|----------|----------|-------------------|
| V 1500 | 80 | 5,66085 | 0,378179 | X |
| Moringa | 80 | 13,948 | 0,378179 | X |
| Sekati | 80 | 15,1128 | 0,378179 | X |

Sumado a lo anterior, se aprecia que la variedad Sekati es aquella que mayor influencia tiene sobre la fotosíntesis, pero no es significativamente diferente a la moringa; es decir, que su efecto es estadísticamente igual, contrario a la variedad V1500, quien presenta un efecto significativamente menor a las dos anteriores.

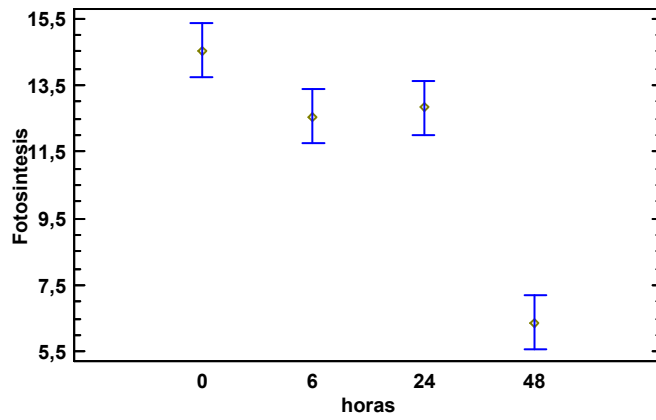
Pruebas de Múltiple Rangos para Fotosíntesis por horas

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| horas | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-------|-------|----------|----------|-------------------|
| 48 | 60 | 6,37592 | 0,436684 | X |
| 6 | 60 | 12,5541 | 0,436684 | X |
| 24 | 60 | 12,8227 | 0,436684 | X |
| 0 | 60 | 14,5429 | 0,436684 | X |

La hora a la cual se presenta mayor fotosíntesis es a las 0 horas, seguida de las 24 y 6, respectivamente. A las 48 horas es estadísticamente inferior la actividad fotosintética como tal.

Medias y 95,0% de Tukey HSD



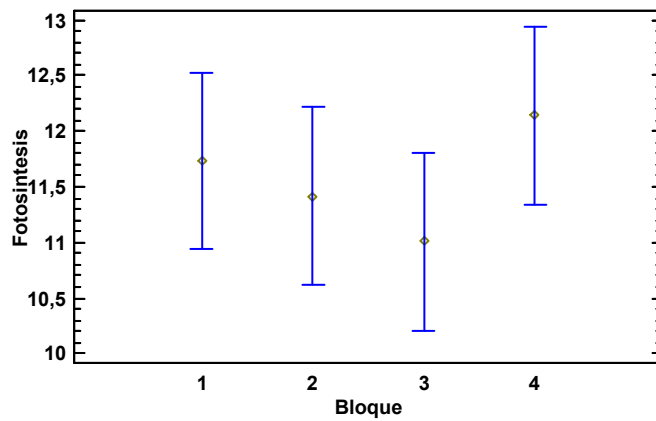
Pruebas de Múltiple Rangos para Fotosíntesis por Bloque

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| Bloque | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|--------|-------|----------|----------|-------------------|
| 3 | 60 | 11,0061 | 0,436684 | X |
| 2 | 60 | 11,4144 | 0,436684 | X |
| 1 | 60 | 11,7327 | 0,436684 | X |
| 4 | 60 | 12,1423 | 0,436684 | X |

Aunque el bloque 4 es quien presenta mayor efecto promedio, éste no es significativo para ninguno

Medias y 95,0% de Tukey HSD



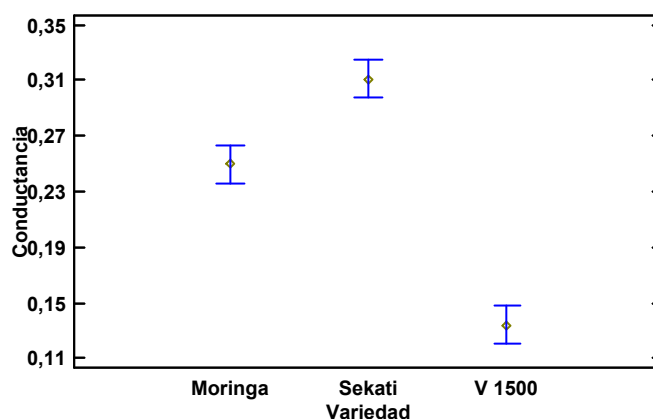
Análisis de Varianza para Conductancia - Suma de Cuadrados Tipo III

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|-----------------------------|-------------------|-----|----------------|---------|---------|
| EFFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| A: Variedad | 1,29504 | 2 | 0,647519 | 114,30 | 0,0000 |
| B: horas | 1,79588 | 3 | 0,598626 | 105,67 | 0,0000 |
| C: Bloque | 0,076688 | 3 | 0,0255627 | 4,51 | 0,0043 |
| RESIDUOS | 1,30865 | 231 | 0,00566517 | | |
| TOTAL (CORREGIDO) | 4,47626 | 239 | | | |

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Se aprecia que existe efecto altamente significativo de las variedades (Valor $p=0,0000$), de las horas (Valor $p=0,0000$) y de los bloques (Valor $p=0,0043$) sobre la conductancia, respectivamente

Medias y 95,0% de Tukey HSD



Pruebas de Múltiple Rangos para Conductancia por Variedad

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| Variedad | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|----------|-------|----------|------------|-------------------|
| V 1500 | 80 | 0,134013 | 0,00841514 | x |
| Moringa | 80 | 0,249448 | 0,00841514 | x |
| Sekati | 80 | 0,311263 | 0,00841514 | x |

Además, se aprecia que la variedad Sekati es aquella que mayor influencia tiene sobre la fotosíntesis y es significativamente diferente a la moringa y V1500 (quien presenta la menor conductancia); es decir, que su efecto es estadísticamente superior a las otras variedad mencionadas.

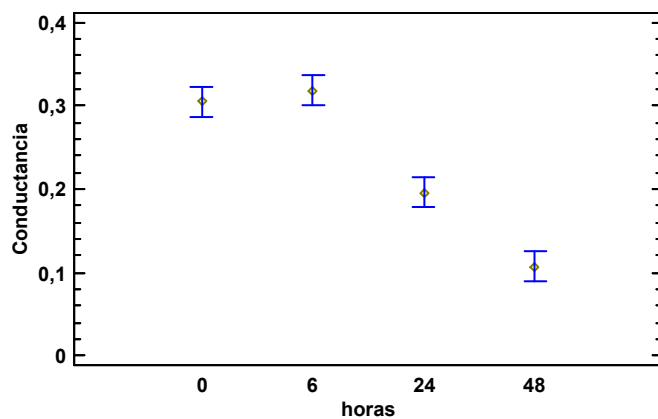
Pruebas de Múltiple Rangos para Conductancia por horas

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| horas | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-------|-------|----------|------------|-------------------|
| 48 | 60 | 0,106653 | 0,00971697 | x |
| 24 | 60 | 0,195607 | 0,00971697 | x |
| 0 | 60 | 0,305347 | 0,00971697 | x |
| 6 | 60 | 0,318694 | 0,00971697 | x |

Se aprecia que la conductancia es estadísticamente igual a las 0 y 6 horas, disminuyendo paulatinamente a medida que aumentan las horas

Medias y 95,0% de Tukey HSD



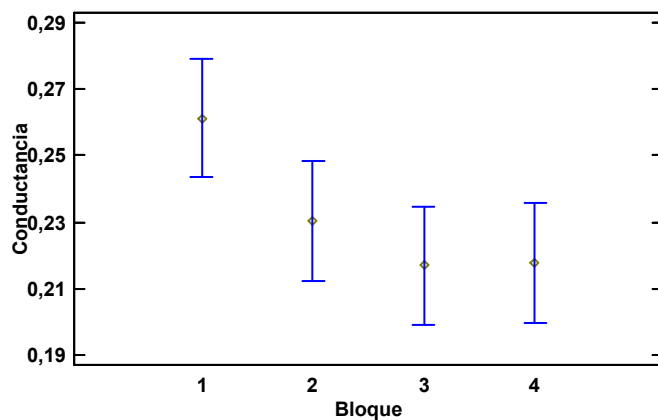
Pruebas de Múltiple Rangos para Conductancia por Bloque

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| Bloque | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|--------|-------|----------|------------|-------------------|
| 3 | 60 | 0,217022 | 0,00971697 | X |
| 4 | 60 | 0,217751 | 0,00971697 | X |
| 2 | 60 | 0,23039 | 0,00971697 | XX |
| 1 | 60 | 0,261136 | 0,00971697 | X |

El bloque con mayor conductancia es el 1; no obstante, el bloque 2 podría comportarse como el bloque 1 o como los bloques 3 y 4 (quienes presentan los menores niveles de conductancia)

Medias y 95,0% de Tukey HSD



Anexo 2

Multifactor ANOVA - Raiz

Analysis of Variance for Raiz - Type III Sums of Squares

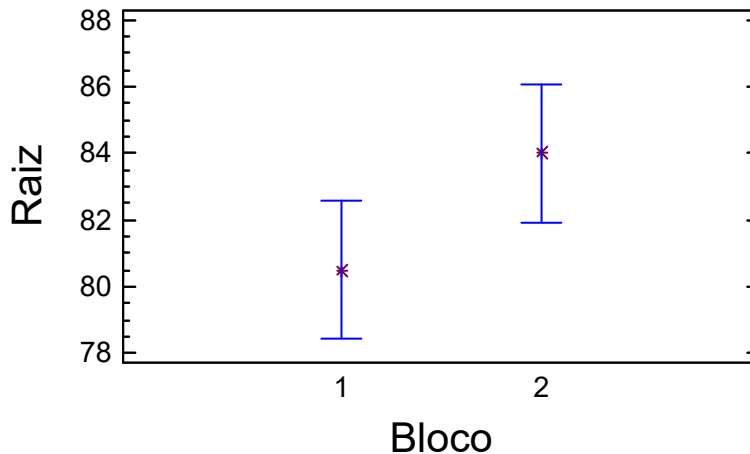
| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------|----------------|------|-------------|---------|----------|
| MAIN EFFECTS | | | | | |
| A:Repetição | 24,5 | 1 | 24,5 | 5,44 | 0,0800 |
| B:Tratamento | 12,5 | 1 | 12,5 | 2,78 | 0,1709 |
| C:Tamanho | 5512,5 | 1 | 5512,5 | 1225,00 | 0,0000** |
| RESIDUAL | | 18,0 | 4 | 4,5 | |
| TOTAL (CORRECTED) | | | 5567,5 | 7 | |

All F-ratios are based on the residual mean square error.

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variability of Raiz into contributions due to various factors. Since Type III sums of squares (the default) have been chosen, the contribution of each factor is measured having removed the effects of all other factors. The P-values test the statistical significance of each of the factors. Since one P-value is less than 0,05, this factor has a statistically significant effect on Raiz at the 95,0% confidence level.

Means and 95,0 Percent LSD Intervals



Multiple Range Tests for Raiz by Bloco

| Bloco | Count | Method: 95,0 percent LSD | | Homogeneous Groups |
|----------|-------|--------------------------|----------|--------------------|
| | | LS Mean | LS Sigma | |
| 1 | 4 | 80,5 | 1,06066 | A |
| 2 | 4 | 84,0 | 1,06066 | A |
| Contrast | | Difference | | +/- Limits |
| 1 - 2 | | -3,5 | | 4,16468 |

* denotes a statistically significant difference.

The StatAdvisor

This table applies a multiple comparison procedure to determine which means are significantly different from which others. The bottom half of the output shows the estimated difference between each pair of means. There are no statistically significant differences between any pair of means at the 95,0% confidence level. At the top of the page, one homogenous group is identified by a column of X's. Within each column, the levels containing X's form a group of means within which there are no statistically significant differences. The method currently being used to discriminate among the means is Fisher's least significant difference (LSD) procedure. With this method, there is a 5,0% risk of calling each pair of means significantly different when the actual difference equals 0.

Multifactor ANOVA - Raiz

Multiple Range Tests for Raiz by Tratamento

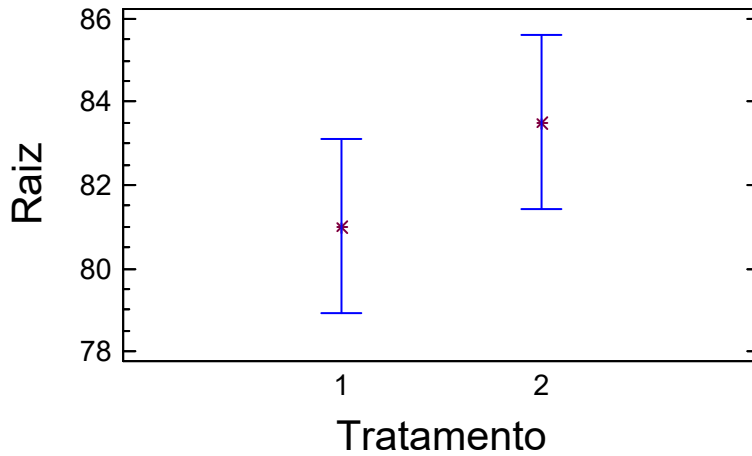
| Tratamento | Count | Method: 95,0 percent LSD | | Homogeneous Groups |
|------------|-------|--------------------------|----------|--------------------|
| | | LS Mean | LS Sigma | |
| 1 | 4 | 81,0 | 1,06066 | A |
| 2 | 4 | 83,5 | 1,06066 | A |
| Contrast | | Difference | | +/- Limits |
| 1 - 2 | | -2,5 | | 4,16468 |

* denotes a statistically significant difference.

The StatAdvisor

This table applies a multiple comparison procedure to determine which means are significantly different from which others. The bottom half of the output shows the estimated difference between each pair of means. There are no statistically significant differences between any pair of means at the 95,0% confidence level. At the top of the page, one homogenous group is identified by a column of X's. Within each column, the levels containing X's form a group of means within which there are no statistically significant differences. The method currently being used to discriminate among the means is Fisher's least significant difference (LSD) procedure. With this method, there is a 5,0% risk of calling each pair of means significantly different when the actual difference equals 0.

Means and 95,0 Percent LSD Intervals



Multifactor ANOVA - Raiz

Multiple Range Tests for Raiz by Tamanho

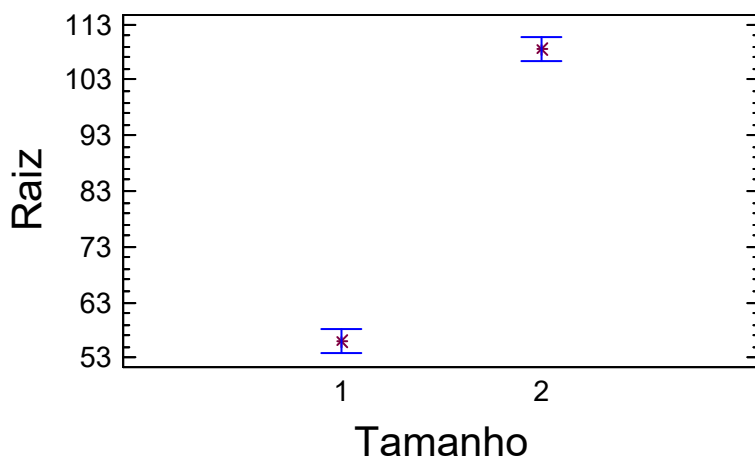
| Method: 95,0 percent LSD | | | | | |
|--------------------------|-------|------------|----------|--------------------|--|
| Tamanho | Count | LS Mean | LS Sigma | Homogeneous Groups | |
| 1 | 4 | 56,0 | 1,06066 | A | |
| 2 | 4 | 108,5 | 1,06066 | B | |
| Contrast | | Difference | | +/- Limits | |
| 1 - 2 | | *-52,5 | | 4,16468 | |

* denotes a statistically significant difference.

The StatAdvisor

This table applies a multiple comparison procedure to determine which means are significantly different from which others. The bottom half of the output shows the estimated difference between each pair of means. An asterisk has been placed next to 1 pair, indicating that this pair shows a statistically significant difference at the 95,0% confidence level. At the top of the page, 2 homogenous groups are identified using columns of X's. Within each column, the levels containing X's form a group of means within which there are no statistically significant differences. The method currently being used to discriminate among the means is Fisher's least significant difference (LSD) procedure. With this method, there is a 5,0% risk of calling each pair of means significantly different when the actual difference equals 0.

Means and 95,0 Percent LSD Intervals



Multifactor ANOVA - Talo

Analysis of Variance for Talo - Type III Sums of Squares

| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------|----------------|-------|-------------|---------|----------|
| MAIN EFFECTS | | | | | |
| A: Repetição | 24,5 | 1 | 24,5 | 0,42 | 0,5520 |
| B: Tratamento | 4232,0 | 1 | 4232,0 | 72,65 | 0,0010** |
| C: Tamanho | 104425,0 | 1 | 104425,0 | 1792,70 | 0,0000** |
| RESIDUAL | | 233,0 | 4 | 58,25 | |
| TOTAL (CORRECTED) | | | 108914,0 | 7 | |

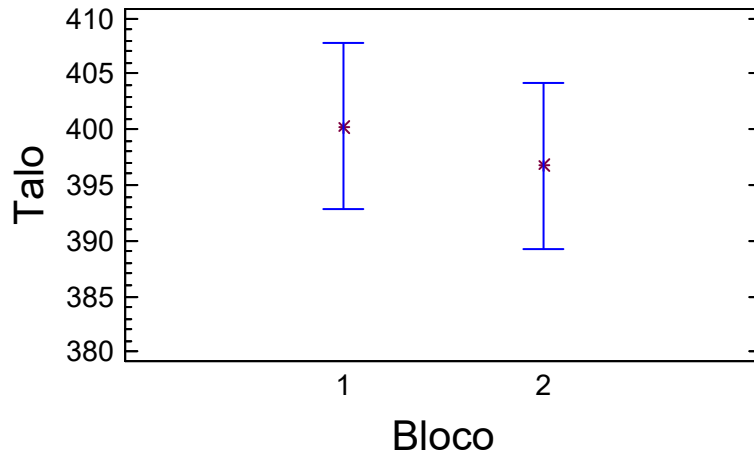
All F-ratios are based on the residual mean square error.

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variability of Talo into contributions due to various factors. Since Type III sums of squares (the default) have been chosen, the contribution of each factor is measured having removed the effects of all other factors. The P-values test the statistical significance of each of the factors.

Since 2 P-values are less than 0,05, these factors have a statistically significant effect on Talo at the 95,0% confidence level.

Means and 95,0 Percent LSD Intervals



Multiple Range Tests for Talo by Bloco

| Method: 95,0 percent LSD | | | | | |
|--------------------------|-------|------------|----------|--------------------|--|
| Bloco | Count | LS Mean | LS Sigma | Homogeneous Groups | |
| 2 | 4 | 396,75 | 3,81608 | A | |
| 1 | 4 | 400,25 | 3,81608 | A | |
| Contrast | | Difference | | +/- Limits | |
| 1 - 2 | | 3,5 | | 14,9838 | |

* denotes a statistically significant difference.

The StatAdvisor

This table applies a multiple comparison procedure to determine which means are significantly different from which others. The bottom half of the output shows the estimated difference between each pair of means. There are no statistically significant differences between any pair of means at the 95,0% confidence level. At the top of the page, one homogenous group is identified by a column of X's. Within each column, the levels containing X's form a group of means within which there are no statistically significant differences. The method currently being used to discriminate among the means is Fisher's least significant difference (LSD) procedure. With this method, there is a 5,0% risk of calling each pair of means significantly different when the actual difference equals 0.

Multifactor ANOVA - Talo

Multiple Range Tests for Talo by Tratamento

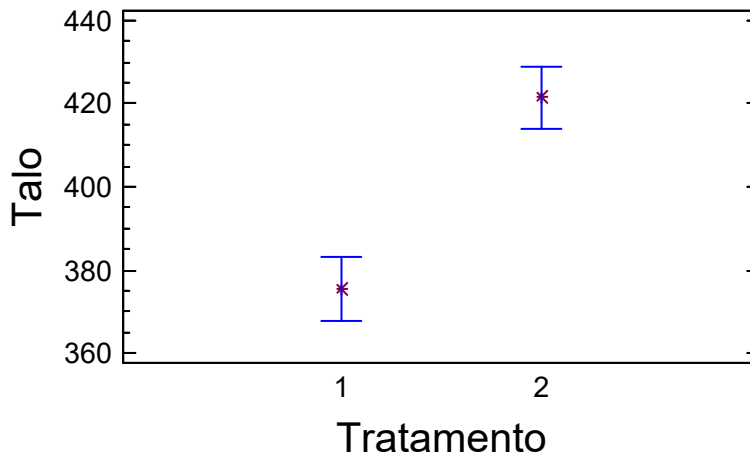
| Method: 95,0 percent LSD | | | | | |
|--------------------------|-------|------------|----------|--------------------|--|
| Tratamento | Count | LS Mean | LS Sigma | Homogeneous Groups | |
| 1 | 4 | 375,5 | 3,81608 | A | |
| 2 | 4 | 421,5 | 3,81608 | B | |
| Contrast | | Difference | | +/- Limits | |
| 1 - 2 | | *-46,0 | | 14,9838 | |

* denotes a statistically significant difference.

The StatAdvisor

 This table applies a multiple comparison procedure to determine which means are significantly different from which others. The bottom half of the output shows the estimated difference between each pair of means. An asterisk has been placed next to 1 pair, indicating that this pair shows a statistically significant difference at the 95,0% confidence level. At the top of the page, 2 homogenous groups are identified using columns of X's. Within each column, the levels containing X's form a group of means within which there are no statistically significant differences. The method currently being used to discriminate among the means is Fisher's least significant difference (LSD) procedure. With this method, there is a 5,0% risk of calling each pair of means significantly different when the actual difference equals 0.

Means and 95,0 Percent LSD Intervals



Multifactor ANOVA - Talo

Multiple Range Tests for Talo by Tamanho

| ----- | | | | | |
|--------------------------|------------|---------|------------|--------------------|--|
| Method: 95,0 percent LSD | | | | | |
| Tamanho | Count | LS Mean | LS Sigma | Homogeneous Groups | |
| ----- | | | | | |
| 1 | 4 | 284,25 | 3,81608 | A | |
| 2 | 4 | 512,75 | 3,81608 | B | |
| ----- | | | | | |
| Contrast | Difference | | +/- Limits | | |
| ----- | | | | | |
| 1 - 2 | *-228,5 | | 14,9838 | | |
| ----- | | | | | |

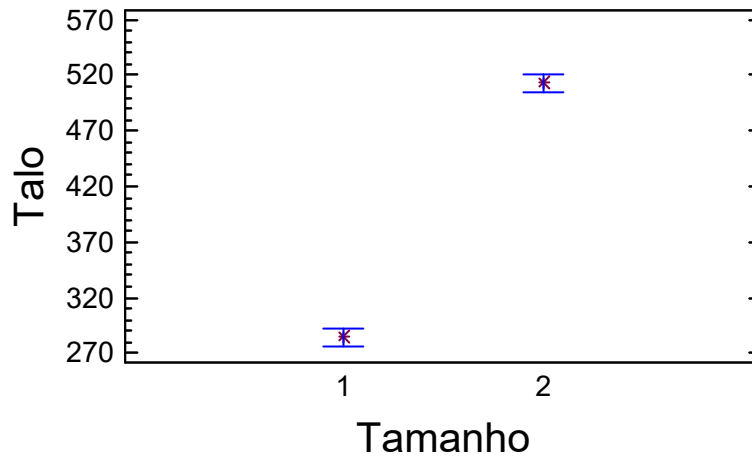
* denotes a statistically significant difference.

The StatAdvisor

 This table applies a multiple comparison procedure to determine which means are significantly different from which others. The bottom half of the output shows the estimated difference between each pair of means. An asterisk has been placed next to 1 pair, indicating that this pair shows a statistically significant difference at the 95,0% confidence level. At the top of the page, 2 homogenous groups are identified using columns of X's. Within each column, the levels containing X's form a group of means within which there are no

statistically significant differences. The method currently being used to discriminate among the means is Fisher's least significant difference (LSD) procedure. With this method, there is a 5,0% risk of calling each pair of means significantly different when the actual difference equals 0.

Means and 95,0 Percent LSD Intervals



Multifactor ANOVA - Folha

Analysis of Variance for Folha - Type III Sums of Squares

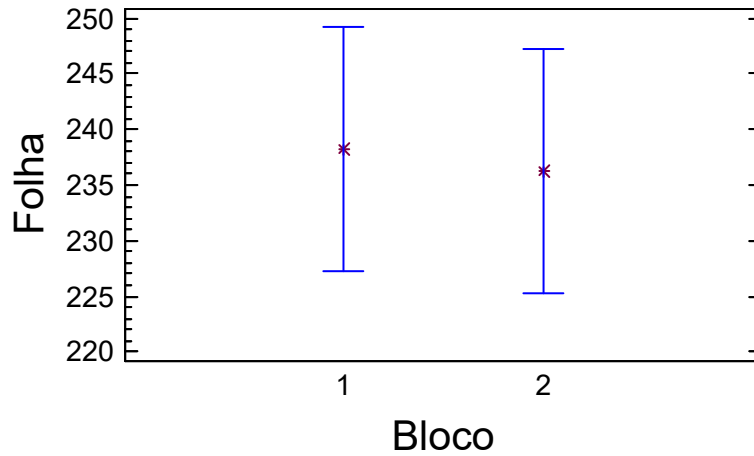
| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------|----------------|-------|-------------|---------|----------|
| MAIN EFFECTS | | | | | |
| A: Repetição | 8,0 | 1 | 8,0 | 0,06 | 0,8132 |
| B: Tratamento | 60,5 | 1 | 60,5 | 0,48 | 0,5259 |
| C: Tamanho | 99012,5 | 1 | 99012,5 | 788,16 | 0,0000** |
| RESIDUAL | | 502,5 | 4 | 125,625 | |
| TOTAL (CORRECTED) | | | 99583,5 | 7 | |

All F-ratios are based on the residual mean square error.

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variability of Folha into contributions due to various factors. Since Type III sums of squares (the default) have been chosen, the contribution of each factor is measured having removed the effects of all other factors. The P-values test the statistical significance of each of the factors. Since one P-value is less than 0,05, this factor has a statistically significant effect on Folha at the 95,0% confidence level.

Means and 95,0 Percent LSD Intervals



Multiple Range Tests for Folha by Bloco

| Method: 95,0 percent LSD | | | | | |
|--------------------------|-------|------------|----------|--------------------|--|
| Bloco | Count | LS Mean | LS Sigma | Homogeneous Groups | |
| 2 | 4 | 236,25 | 5,60413 | A | |
| 1 | 4 | 238,25 | 5,60413 | A | |
| Contrast | | Difference | | +/- Limits | |
| 1 - 2 | | 2,0 | | 22,0046 | |

* denotes a statistically significant difference.

The StatAdvisor

This table applies a multiple comparison procedure to determine which means are significantly different from which others. The bottom half of the output shows the estimated difference between each pair of means. There are no statistically significant differences between any pair of means at the 95,0% confidence level. At the top of the page, one homogenous group is identified by a column of X's. Within each column, the levels containing X's form a group of means within which there are no statistically significant differences. The method currently being used to discriminate among the means is Fisher's least significant difference (LSD) procedure. With this method, there is a 5,0% risk of calling each pair of means significantly different when the actual difference equals 0.

Multifactor ANOVA - Folha

Multiple Range Tests for Folha by Tratamento

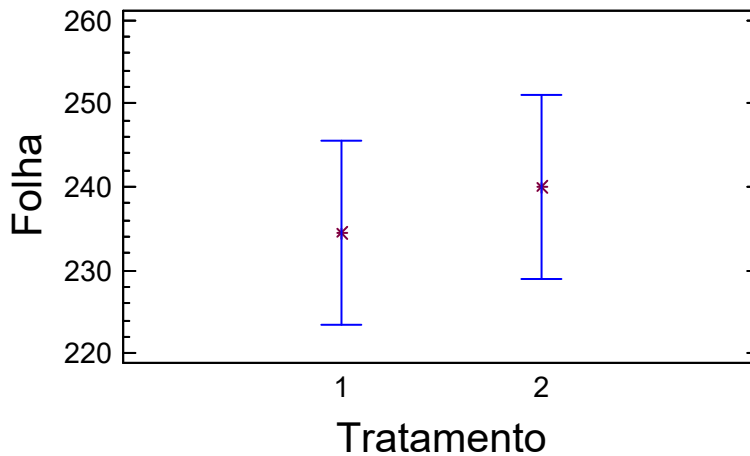
| Method: 95,0 percent LSD | | | | | |
|--------------------------|-------|------------|----------|--------------------|--|
| Tratamento | Count | LS Mean | LS Sigma | Homogeneous Groups | |
| 1 | 4 | 234,5 | 5,60413 | A | |
| 2 | 4 | 240,0 | 5,60413 | A | |
| Contrast | | Difference | | +/- Limits | |
| 1 - 2 | | -5,5 | | 22,0046 | |

* denotes a statistically significant difference.

The StatAdvisor

This table applies a multiple comparison procedure to determine which means are significantly different from which others. The bottom half of the output shows the estimated difference between each pair of means. There are no statistically significant differences between any pair of means at the 95,0% confidence level. At the top of the page, one homogenous group is identified by a column of X's. Within each column, the levels containing X's form a group of means within which there are no statistically significant differences. The method currently being used to discriminate among the means is Fisher's least significant difference (LSD) procedure. With this method, there is a 5,0% risk of calling each pair of means significantly different when the actual difference equals 0.

Means and 95,0 Percent LSD Intervals



Multifactor ANOVA - Folha

Multiple Range Tests for Folha by Tamanho

| ----- | | | | | |
|--------------------------|------------|---------|----------|--------------------|--|
| Method: 95,0 percent LSD | | | | | |
| Tamanho | Count | LS Mean | LS Sigma | Homogeneous Groups | |
| 1 | 4 | 126,0 | 5,60413 | A | |
| 2 | 4 | 348,5 | 5,60413 | B | |
| ----- | | | | | |
| Contrast | Difference | | | +/- Limits | |
| 1 - 2 | *-222,5 | | | 22,0046 | |
| ----- | | | | | |

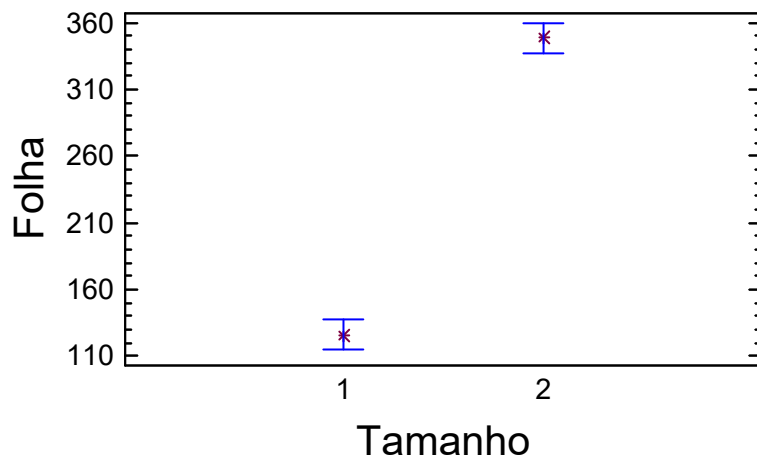
* denotes a statistically significant difference.

The StatAdvisor

This table applies a multiple comparison procedure to determine which means are significantly different from which others. The bottom half of the output shows the estimated difference between each pair of means. An asterisk has been placed next to 1 pair, indicating that this pair shows a statistically significant difference at the 95,0% confidence level. At the top of the page, 2 homogenous groups are identified using columns of X's. Within each column, the levels containing X's form a group of means within which there are no statistically significant differences. The method currently being

used to discriminate among the means is Fisher's least significant difference (LSD) procedure. With this method, there is a 5,0% risk of calling each pair of means significantly different when the actual difference equals 0.

Means and 95,0 Percent LSD Intervals



Anexo 3

Prueba de Kruskal-Wallis para Enraizamiento por Tratamiento

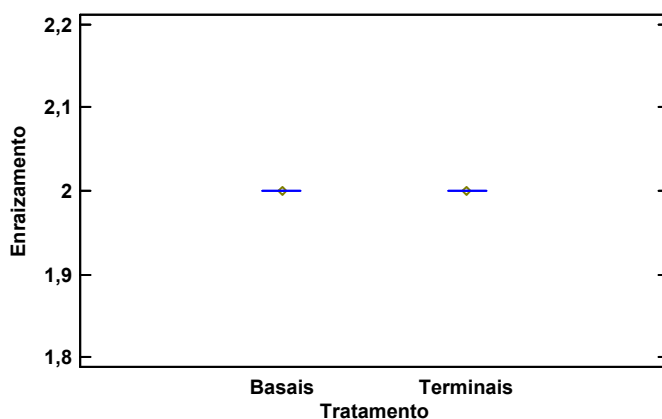
| Tratamiento | Tamaño Muestra | Rango Promedio |
|-------------|----------------|----------------|
| Basais | 80 | 80,0875 |
| Terminais | 80 | 80,9125 |

Estadístico = 0,0214721 Valor-P = 0,8835

El StatAdvisor

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis de que las medianas de Enraizamiento dentro de cada uno de los 2 niveles de Tratamiento son iguales. Primero se combinan los datos de todos los niveles y se ordenan de menor a mayor. Luego se calcula el rango (rank) promedio para los datos de cada nivel. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

Gráfico de Medianas con Intervalos del 95,0% de Confianza



Prueba de Kruskal-Wallis para Enraizamiento por bloco

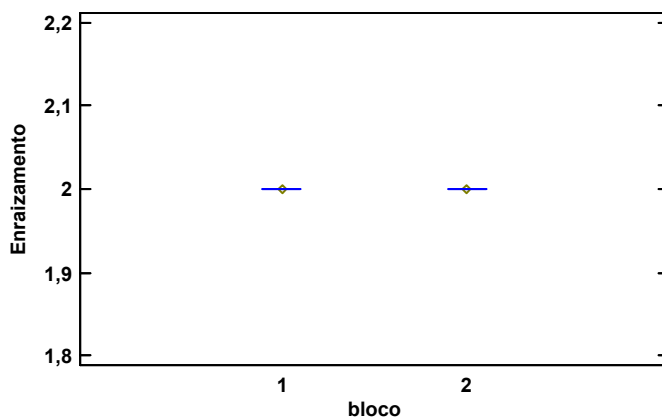
| bloco | Tamaño Muestra | Rango Promedio |
|-------|----------------|----------------|
| 1 | 80 | 83,575 |
| 2 | 80 | 77,425 |

Estadístico = 1,19321 Valor-P = 0,274681

El StatAdvisor

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis de que las medianas de Enraizamiento dentro de cada uno de los 2 niveles de bloco son iguales. Primero se combinan los datos de todos los niveles y se ordenan de menor a mayor. Luego se calcula el rango (rank) promedio para los datos de cada nivel. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

Gráfico de Medianas con Intervalos del 95,0% de Confianza



Prueba de Kruskal-Wallis para Nivel de enraizamiento por Tratamiento

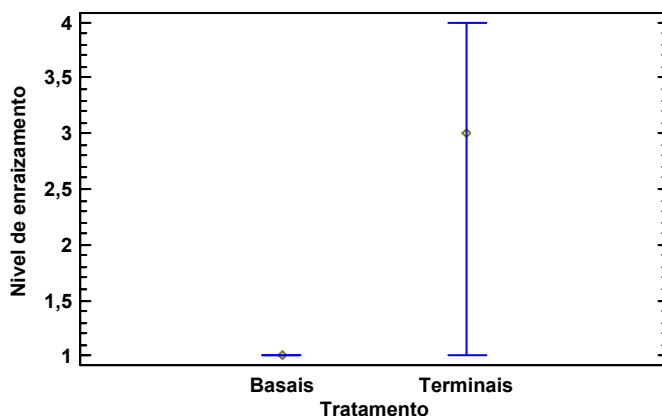
| Tratamiento | Tamaño Muestra | Rango Promedio |
|-------------|----------------|----------------|
| Basais | 80 | 64,2625 |
| Terminais | 80 | 96,7375 |

Estadístico = 21,0509 Valor-P = 0,00000447237

El StatAdvisor

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis de que las medianas de Nivel de enraizamiento dentro de cada uno de los 2 niveles de Tratamiento son iguales. Primero se combinan los datos de todos los niveles y se ordenan de menor a mayor. Luego se calcula el rango (rank) promedio para los datos de cada nivel. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza. Para determinar cuáles medianas son significativamente diferentes de otras, seleccione Gráfico de Caja y Bigotes, de la lista de Opciones Gráficas, y seleccione la opción de muesca de mediana.

Gráfico de Medianas con Intervalos del 95,0% de Confianza



Prueba de Kruskal-Wallis para Nivel de enraizamiento por bloco

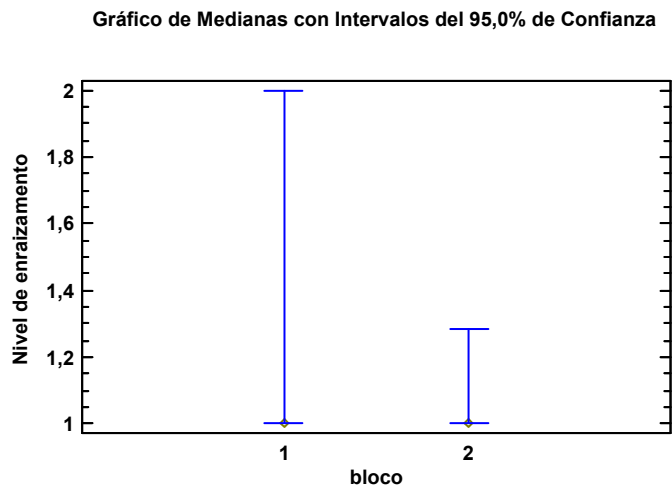
| bloco | Tamaño Muestra | Rango Promedio |
|-------|----------------|----------------|
| 1 | 80 | 84,9375 |
| 2 | 80 | 76,0625 |

Estadístico = 1,57221 Valor-P = 0,209884

El StatAdvisor

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis de que las medianas de Nivel de enraizamiento dentro de cada uno de los 2 niveles de bloco son iguales. Primero se combinan los datos de todos los niveles y se ordenan de menor a mayor. Luego se

calcula el rango (rank) promedio para los datos de cada nivel. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.



Anexo 4

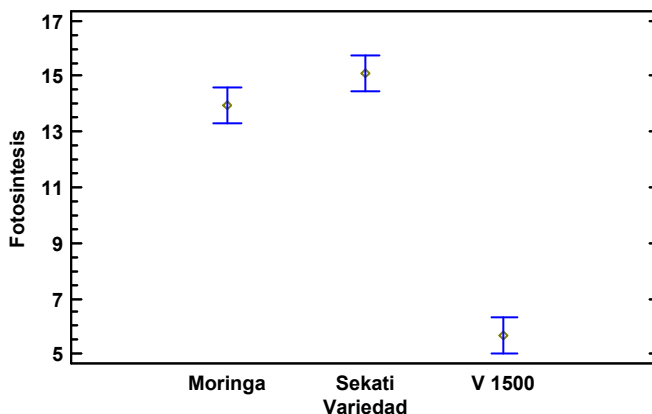
Análisis de Varianza para Fotosíntesis - Suma de Cuadrados Tipo III

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|----------------------|-------------------|-----|----------------|---------|---------|
| EFFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| A: Variedad | 4249,94 | 2 | 2124,97 | 185,72 | 0,0000 |
| B: horas | 2301,24 | 3 | 767,079 | 67,04 | 0,0000 |
| C: Bloque | 41,7671 | 3 | 13,9224 | 1,22 | 0,3043 |
| RESIDUOS | 2643,0 | 231 | 11,4416 | | |
| TOTAL (CORREGIDO) | 9235,95 | 239 | | | |

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Se aprecia que existe efecto altamente significativo (Valor $p=0,0000$) de las variedades y de las horas sobre la fotosíntesis, mientras que el bloque no ejerce efecto significativo (valor $p=0,3043$), esto debido a...

Medias y 95,0% de Tukey HSD



Pruebas de Múltiple Rangos para Fotosíntesis por Variedad

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| Variedad | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|----------|-------|----------|----------|-------------------|
| V 1500 | 80 | 5,66085 | 0,378179 | X |
| Moringa | 80 | 13,948 | 0,378179 | X |
| Sekati | 80 | 15,1128 | 0,378179 | X |

Sumado a lo anterior, se aprecia que la variedad Sekati es aquella que mayor influencia tiene sobre la fotosíntesis, pero no es significativamente diferente a la moringa; es decir, que su efecto es estadísticamente igual, contrario a la variedad V1500, quien presenta un efecto significativamente menor a las dos anteriores.

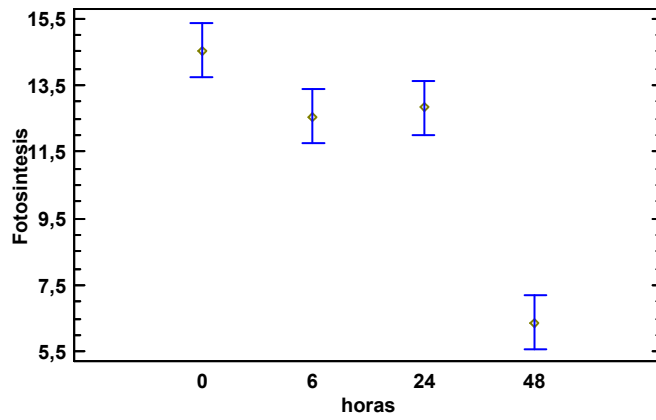
Pruebas de Múltiple Rangos para Fotosíntesis por horas

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| horas | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-------|-------|----------|----------|-------------------|
| 48 | 60 | 6,37592 | 0,436684 | X |
| 6 | 60 | 12,5541 | 0,436684 | X |
| 24 | 60 | 12,8227 | 0,436684 | X |
| 0 | 60 | 14,5429 | 0,436684 | X |

La hora a la cual se presenta mayor fotosíntesis es a las 0 horas, seguida de las 24 y 6, respectivamente. A las 48 horas es estadísticamente inferior la actividad fotosintética como tal.

Medias y 95,0% de Tukey HSD



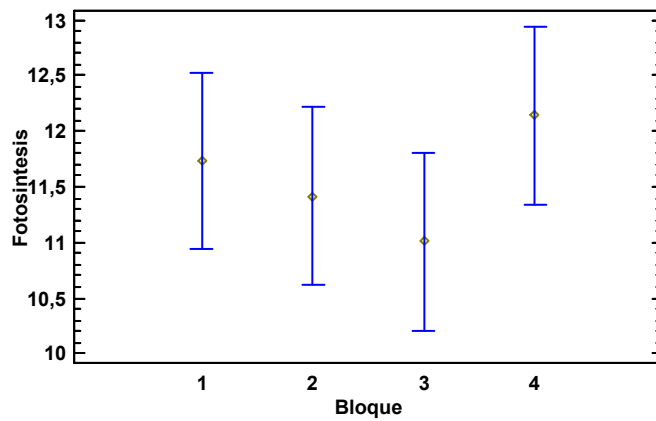
Pruebas de Múltiple Rangos para Fotosíntesis por Bloque

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| Bloque | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|--------|-------|----------|----------|-------------------|
| 3 | 60 | 11,0061 | 0,436684 | X |
| 2 | 60 | 11,4144 | 0,436684 | X |
| 1 | 60 | 11,7327 | 0,436684 | X |
| 4 | 60 | 12,1423 | 0,436684 | X |

Aunque el bloque 4 es quien presenta mayor efecto promedio, éste no es significativo para ninguno

Medias y 95,0% de Tukey HSD



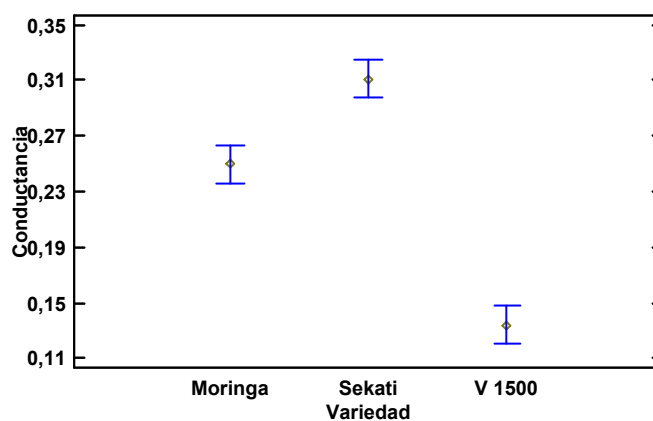
Análisis de Varianza para Conductancia - Suma de Cuadrados Tipo III

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|-----------------------------|-------------------|-----|----------------|---------|---------|
| EFFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| A: Variedad | 1,29504 | 2 | 0,647519 | 114,30 | 0,0000 |
| B: horas | 1,79588 | 3 | 0,598626 | 105,67 | 0,0000 |
| C: Bloque | 0,076688 | 3 | 0,0255627 | 4,51 | 0,0043 |
| RESIDUOS | 1,30865 | 231 | 0,00566517 | | |
| TOTAL (CORREGIDO) | 4,47626 | 239 | | | |

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Se aprecia que existe efecto altamente significativo de las variedades (Valor $p=0,0000$), de las horas (Valor $p=0,0000$) y de los bloques (Valor $p=0,0043$) sobre la conductancia, respectivamente

Medias y 95,0% de Tukey HSD



Pruebas de Múltiple Rangos para Conductancia por Variedad

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| Variedad | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|----------|-------|----------|------------|-------------------|
| V 1500 | 80 | 0,134013 | 0,00841514 | x |
| Moringa | 80 | 0,249448 | 0,00841514 | x |
| Sekati | 80 | 0,311263 | 0,00841514 | x |

Además, se aprecia que la variedad Sekati es aquella que mayor influencia tiene sobre la fotosíntesis y es significativamente diferente a la moringa y V1500 (quien presenta la menor conductancia); es decir, que su efecto es estadísticamente superior a las otras variedad mencionadas.

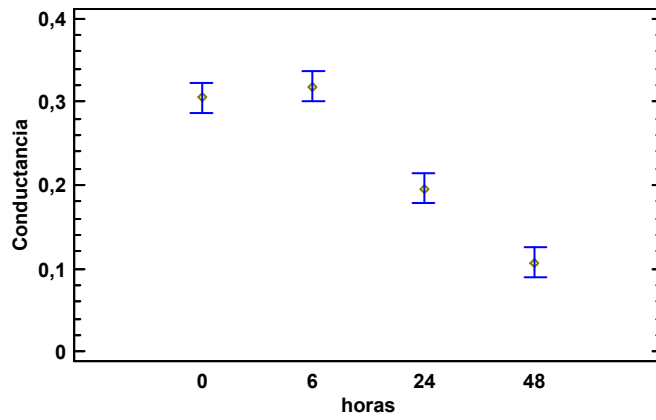
Pruebas de Múltiple Rangos para Conductancia por horas

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| horas | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-------|-------|----------|------------|-------------------|
| 48 | 60 | 0,106653 | 0,00971697 | x |
| 24 | 60 | 0,195607 | 0,00971697 | x |
| 0 | 60 | 0,305347 | 0,00971697 | x |
| 6 | 60 | 0,318694 | 0,00971697 | x |

Se aprecia que la conductancia es estadísticamente igual a las 0 y 6 horas, disminuyendo paulatinamente a medida que aumentan las horas

Medias y 95,0% de Tukey HSD



Pruebas de Múltiple Rangos para Conductancia por Bloque

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

| Bloque | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|--------|-------|----------|------------|-------------------|
| 3 | 60 | 0,217022 | 0,00971697 | X |
| 4 | 60 | 0,217751 | 0,00971697 | X |
| 2 | 60 | 0,23039 | 0,00971697 | XX |
| 1 | 60 | 0,261136 | 0,00971697 | X |

El bloque con mayor conductancia es el 1; no obstante, el bloque 2 podría comportarse como el bloque 1 o como los bloques 3 y 4 (quienes presentan los menores niveles de conductancia)

Medias y 95,0% de Tukey HSD

