

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

INGRIDH MEDEIROS SIMÕES

ENXERTIA ENTRE ESPÉCIES DO GÊNERO *Handroanthus*

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2017

INGRIDH MEDEIROS SIMÕES

ENXERTIA ENTRE ESPÉCIES DO GÊNERO *Handroanthus*

Monografia apresentada ao  
Departamento de Ciências Florestais e  
da Madeira da Universidade Federal  
do Espírito Santo, como requisito  
parcial para obtenção do título de  
Engenheira Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2017

INGRIDH MEDEIROS SIMÕES

ENXERTIA ENTRE ESPÉCIES DO GÊNERO *Handroanthus*

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenharia Florestal

Aprovada em 07 de dezembro de 2017

COMISSÃO EXAMINADORA



---

Orientador: Prof. D.Sc. Rodrigo Sobreira Alexandre  
Departamento de Ciências Florestais e da Madeira (UFES)



---

Prof. D.Sc. José Carlos Lopes  
Produção Vegetal (UFES)



---

Thuanmy Lins Monteiro Rosa  
Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela sua enorme compaixão e bondade, sustentando-me nos momentos mais difíceis. Ao Espírito Santo por iluminar cada passo e decisão da minha vida.

Aos meus pais Maria das Graças Medeiros Simões e Milton Simões, pelo amor, dedicação e estímulo constante, aos meus irmãos Leonardo, Mayriely e Brendha e aos meus sobrinhos Arthur, Ana Luisa e Bernardo pela compreensão e por fazerem sentido à palavra família.

Ao Danilo dos Santos Abreu, pelo incentivo e principalmente pelo seu amor em todos os momentos.

Ao meu orientador Rodrigo Sobreira Alexandre, pelos ensinamentos, paciência, orientações e apoio ao longo da graduação.

À Universidade Federal do Espírito Santo e aos professores do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, por toda contribuição profissional e pessoal nesta etapa de graduação.

Às amigadas que fiz durante a graduação, principalmente a Rachel, Cristina e Jamile pelos incontáveis momentos de alegria e incentivos em ocasiões difíceis.

A toda equipe do Laboratório de Sementes Florestais pela ajuda em montagem de experimentos e pelas valiosas dicas.

A toda a turma de Floresta 2013/1, por me proporcionarem uma nova maneira de ver o mundo e oportunidades de fazer grandes amigos.

A todos que contribuíram para que até aqui eu chegasse, mesmo não sendo fácil, o meu muito obrigada!

## RESUMO

Os ipês apresentam uma beleza ornamental inconfundível, que apesar do curto período de florescimento, enobrecem a paisagem. Objetivou-se com este trabalho analisar a compatibilidade da enxertia entre diferentes espécies do gênero *Handroanthus*. O experimento tem como tratamentos as diferentes combinações de enxerto/portaenxerto: ipê amarelo/ipê amarelo (IA/IA); ipê branco/ipê amarelo (IB/IA); ipê roxo/ipê amarelo (IR/IA); ipê branco/ipê branco (IB/IB); ipê amarelo/ipê branco (IA/IB); ipê roxo/ipê branco (IR/IB); ipê roxo/ipê roxo (IR/IR); ipê amarelo/ipê roxo (IA/IR); ipê branco/ipê roxo (IB/IR). Verificou-se alta compatibilidade da autoenxertia de ipê roxo identificada por meio de uma conexão vascular bem estabelecida. As combinações IR/IA e IB/IB, IA/IA e IR/IB, em ordem decrescente, apresentam potencial para aumentar o pegamento. Neste sentido, sugerem-se trabalhos futuros.

**Palavras chave:** Ipê, Propagação Vegetativa, Garfagem.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 Objetivo geral .....	2
1.1.2 Objetivos Específicos.....	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1 Descrição das espécies do gênero <i>Handroanthus</i> .....	3
2.2 Enxertia.....	3
3. METODOLOGIA.....	5
3.1 Produção das mudas .....	5
3.2 Aplicação da técnica enxertia .....	6
3.3 Anatomia da região enxertada.....	8
4. RESULTADOS .....	9
5. DISCUSSÃO .....	13
6. CONCLUSÕES .....	16
7. REFERÊNCIAS .....	17

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas e físicas do substrato comercial Bioplant® utilizado na produção de portaenxertos do gênero <i>Handroanthus</i> .....	5
Tabela 2. Características avaliadas na enxertia entre combinações de enxerto e portaenxerto de espécies do gênero <i>Handroanthus</i> .....	9

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 1. Garfagem no topo em fenda cheia de garfos de plantas adultas no campo em porta-enxertos juvenis, de origem seminífera entre as espécies *H. chrysotrichus* (ipê amarelo), *H. heptaphyllus* (ipê roxo) e *H. roseo-albus* (ipê branco). Relação enxerto/porta-enxerto: Autoenxertias, A (Ipê amarelo/Ipê amarelo); D (Ipê roxo/Ipê roxo) e G (Ipê branco/Ipê branco). Enxertia entre espécies diferentes de ipê: B (Ipê amarelo/Ipê roxo); C (Ipê amarelo/Ipê branco); E (Ipê roxo/Ipê amarelo); F (Ipê roxo/Ipê branco); H (Ipê branco/Ipê amarelo) e I (Ipê branco/Ipê roxo).....7

Figura 2. Garfagem no topo em fenda cheia entre espécies do gênero *Handroanthus*. (A) Enxerto (acima) e portaenxerto (abaixo) de uma muda autoenxertada de ipê roxo (seta indicando espaço vazio entre os biontes). Barra: 5 cm. (B) Detalhe da região autoenxertada de IR. (C) Escaneamento da secção transversal e (D) longitudinal da região autoenxertada de IR (4800 dpi). (E) Anatomia da secção transversal e (F) longitudinal da região autoenxertada de IR. (G) Região enxertada de IR/IA. Barra: 1 cm. (H) Escaneamento da secção transversal da região enxertada de IR/IA. (I) Escaneamento da secção longitudinal da região enxertada de IR/IA (4800 dpi). (J) Anatomia da secção transversal da região enxertada de IR/IB. (K) Anatomia da secção longitudinal da região enxertada de IR/IB. Legenda: IA. Ipê amarelo, IR. Ipê roxo, Círculo: região enxertada, e: enxerto, pe: porta enxerto, b: base do enxerto, cc: camada de crescimento e u: união entre o enxerto e o portaenxerto.....11



## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é reconhecido como um país com alta biodiversidade, entretanto, muitas cidades brasileiras têm um número enorme de árvores exóticas em ambientes urbanos (MORO; CASTRO, 2015). Estes autores verificaram 219 árvores na cidade de Fortaleza, Brasil, das quais 158 são exóticas e apenas 61 nativas. No Rio de Janeiro, de 1701 ruas amostradas, foram encontradas 20 espécies nativas e 40 exóticas. Um alto percentual de ruas não tinham árvores plantadas e o número de árvores era maior em bairros de classe econômica alta. A forte prevalência de espécies exóticas é indicativo do impacto negativo da atividade humana sobre a biota. Como o município do Rio de Janeiro abriga áreas florestadas, o risco de disseminação de espécies exóticas é alto (SANTOS et al., 2010).

Dentre as essências florestais nativas, as pertencentes à família Bignoniaceae, representada por diferentes espécies do gênero *Handroanthus*, apresentam flores bastante vistosas e coloridas, o que lhes atribui valor ornamental, além de porte compatível com o ambiente urbano (praças, canteiros de ruas e avenidas), contribuindo positivamente para a arborização urbana (BACKES et al., 2011).

As mudas de ipês normalmente são produzidas por meio de propagação seminífera, como em *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (MARTINS et al., 2011; LIMA et al., 2014). Entretanto, há algumas pesquisas utilizando a propagação vegetativa por meio da estaquia, como é o caso da miniestaquia em ipê roxo (*Handroanthus heptaphyllus* Mattos) (FREITAS, 2012).

Outras técnicas de propagação vegetativa também são importantes, como a enxertia, o que permite adaptação a diferentes tipos de solos e a tolerância ou resistência a doenças de solo. No entanto, a enxertia possibilita avanços importantíssimos, na qual genomas nucleares inteiros (alopoliploidização) podem ser transferidos, para gerar uma nova espécie poliploide, como a *Nicotiana tabacum-supera* (FUENTES et al., 2014).

Em espécies florestais, a enxertia tem contribuído para diversos avanços, como no rejuvenescimento de indivíduos adultos, com idade cronológica avançada, em que propágulos maduros são enxertados em um portaenxerto juvenil, promovendo o rejuvenescimento destes materiais (WENDLING; XAVIER, 2001). Para elevar a produção de borracha em *Hevea brasiliensis* pelas combinações entre

portaenxertos clonais e enxertos (clones) (CARDINAL et al., 2007). Para prevenir o ataque de pragas, a exemplo de *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), pela utilização da enxertia das espécies sensíveis *Cedrela odorata* e *Swietenia macrophylla* nas espécies resistentes *Khaya senegalensis* e *Toona ciliata* (PEREZ et al., 2010). No gênero *Handroanthus*, a grande importância da combinação entre espécies diferentes na enxertia é tornar-se possível a composição de copas policoloridas.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Analisar a compatibilidade na enxertia entre diferentes espécies do gênero *Handroanthus*.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Analisar a compatibilidade entre as combinações de enxerto e portaenxerto das espécies *Handroanthus heptaphyllus*, *Handroanthus chrysotrichus* e *Handroanthus roseo-albus*.
- Analisar a modalidade de garfagem no topo em fenda cheia;
- Analisar a taxa de pegamento da enxertia;
- Analisar a relação diâmetro do enxerto\ portaenxerto;

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Descrição das espécies do gênero *Handroanthus*

A família Bignoniaceae apresenta distribuição pantropical, com aproximadamente 120 gêneros e 800 espécies. Entre essas espécies 100 são conhecidas popularmente como ipês, incluídas atualmente no gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia* (SOUZA; LORENZI, 2005; GROSE; OLMSTEAD, 2007). As espécies do gênero *Handroanthus* são largamente utilizados na ornamentação urbana devido à beleza de sua floração, podendo ser branca, amarela, rosa e roxa (LORENZI, 2002).

O ipê roxo (*Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos) é uma espécie nativa pertencente à família Bignoniaceae. Apresenta porte arbóreo e elevado valor comercial. Frequentemente é utilizado para programas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas, bem como na medicina popular (CARVALHO, 2003).

O ipê amarelo (*Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex A. DC.) Mattos) é largamente utilizado em projetos paisagísticos devido à beleza de suas flores e seu porte adequado para arborização, além de apresentar elevado valor ecológico, ornamental e medicinal (OLIVEIRA et al., 2008). Apresenta madeira moderadamente pesada e de grande durabilidade, o que confere à espécie a produção de madeira considerada “de lei” (LORENZI, 1992).

O ipê branco (*Handroanthus roseo-albus* (Ridl.) Mattos) apresenta características desejáveis no paisagismo, devido ao seu porte adequado e floração exuberante. Também é utilizada em reflorestamento, principalmente por sua boa adaptação em terrenos secos e pedregosos (LORENZI, 1992).

### 2.2 Enxertia

As espécies de ipê, normalmente são propagadas por sementes, entretanto, outras técnicas de propagação podem ser utilizadas, como a enxertia, que consiste na união entre dois indivíduos, em que a parte superior formará a copa (enxerto) e a base, o sistema radicular (portaenxerto) da planta. Com a enxertia é possível

associar características de interesse de indivíduos, seja na melhoria da qualidade dos frutos, adaptação edafoclimática e no aumento da produção (ORAZEM et al., 2011; FORCADA et al., 2012; PEREIRA, 2014; HUSSAIN et al., 2013).

A enxertia de copa ou sobre-enxertia consiste na substituição da parte aérea e tem como objetivo o aproveitamento de mudas já desenvolvidas com alteração da copa. O uso se torna indicado quando se almeja produções precoces ou para plantas que apresentam distúrbios em sua parte aérea. Esse processo é indicado para seringueira (*Hevea brasiliensis*), quando sua parte aérea apresenta danos causados por patógenos, que são prejudiciais à sua produção (EMBRAPA, 1989).

O bom desenvolvimento do portaenxerto é um dos pontos fundamentais na produção e qualidade da muda enxertada. Portaenxertos vigorosos e bem formados podem influenciar diretamente na porcentagem de pegamento (KITAMURA; LEMOS, 2004).

O nível de compatibilidade entre enxerto e portaenxerto é o que acarreta no sucesso ou insucesso da enxertia, porém diversos fatores devem ser levados em consideração, como o método de enxertia empregado, a extensão da superfície de contato e fatores ambientais em que a planta está submetida (GOTO et al., 2003).

### 3. METODOLOGIA

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Sementes Florestais e no Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira (DCFM) do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias (CCAEE), pertencentes à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

#### 3.1 Produção das mudas

No Laboratório de Sementes Florestais, as sementes de *Handroanthus chrysotrichus* (ipê amarelo), *H. heptaphyllus* (ipê roxo) e *H. roseo-albus* (ipê branco) foram colocadas para germinar em bandejas plásticas contendo areia lavada e esterilizada a 100 °C por 48 horas, umedecida com água destilada e as bandejas mantidas em BOD (Demanda Bioquímica de Oxigênio) regulada à temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 8 horas.

Posteriormente, quando as plântulas atingiram cinco centímetros de altura, foram transplantadas com raiz nua para citropotes (3,4 L), contendo no seu interior o substrato comercial Bioplant® (casca de pinus e fibra de coco) (Tabela 1), e mantidas em casa de vegetação. Foram efetuadas as análises química do substrato, no Laboratório de Análise de Solo, Folha e Água (LAGRO) do Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES/UFES), e física, no Laboratório de Análises Físicas do CEUNES/UFES, onde se efetuou a determinação da densidade seca e porosidade (MAPA, 2007). A granulometria foi determinada pelo tamisamento via seca, peneirando 100 g de cada substrato seco ao ar, o qual era acoplado em um jogo de peneiras com malhas de > 4,75; 2,00 a 4,75; 1,00 a 2,00; 0,5 a 1,00; 0,25 a 0,5 e < 0,25 mm, e agitado por cinco minutos. As frações retidas em cada peneira foram pesadas e calculadas as porcentagens sobre o peso total das amostras.

Tabela 1. Características químicas e físicas do substrato comercial Bioplant® utilizado na produção de portaenxertos do gênero *Handroanthus*.

Características químicas	Valores	Características físicas	Valores
Matéria orgânica total (dag kg <sup>-1</sup> )	8,5	Densidade seca ou úmida (kg m <sup>-3</sup> )	303,59

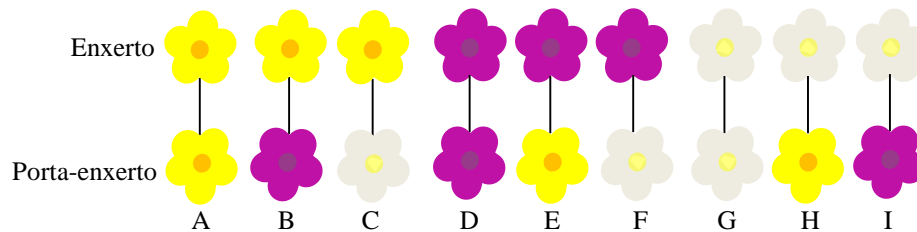
pH em H <sub>2</sub> O	5,2	Porosidade total (%)	64,09
P Mellich (mg dm <sup>-3</sup> )	198,0	Tamanho de partículas (mm)	Distribuição do tamanho de partículas (%)
Na <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	510,0	>4,75	0,07
K <sup>+</sup> trocável (mg dm <sup>-3</sup> )	990,0	2,00 a 4,75	34,56
Mg <sup>2+</sup> trocável (cmol)	3,2	1,00 a 2,00	43,36
Ca <sup>2+</sup> trocável (cmol)	7,8	0,5 a 1,00	18,78
Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup> trocável (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	11,0	0,25 a 0,5	2,31
Al <sup>3+</sup> (cmol)	0,4	<0,25	0,92
H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> (cmol)	4,7		
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	15,2		
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	206,0		
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	45,0		
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	2,4		
B (mg dm <sup>-3</sup> )	1,22		
CTC (t) (cmol)	13,9		
Saturação de bases (%)	74,2		

### 3.2 Aplicação da técnica enxertia

Os portaenxertos de origem seminífera foram enxertados quando atingiram o diâmetro do coleto de 7,0 mm. A modalidade de enxertia empregada foi a garfagem no topo em fenda cheia. Neste caso, os portaenxertos foram decapitados à altura de 10 cm do solo e em seguida submetidos a uma fenda vertical de aproximadamente 1 cm de comprimento. Posteriormente, os garfos (enxertos) com 7,0 cm de comprimento, removidos de plantas adultas no campo, foram submetidos a dois cortes em sua base na forma de bisel duplo. A junção entre o enxerto e o portaenxerto foi realizada inserindo-se o garfo na fenda do portaenxerto de modo a coincidir as cascas de ambos os biontes em pelo menos um dos lados. Em seguida, a região da enxertia foi envolvida com um fixador elástico látex especial amarelo, nº

18, em que na sua condição normal, sem ser distendido, apresenta as seguintes dimensões: C x L = 85 x 2,3 mm e sob pressão, ou seja, alongado, as dimensões foram: C x L = 370 x 1,26 mm, em que C é dado pelo comprimento do elástico e L pela largura das duas partes do elástico unidas. A região enxertada foi coberta com saco plástico amarrado com barbante na sua extremidade inferior de modo a confeccionar uma câmara úmida, com objetivo de evitar a desidratação dos tecidos.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), com quatro blocos e nove tratamentos, contendo 10 plantas por parcela. Os tratamentos foram constituídos pelas combinações enxerto/portaenxerto: ipê amarelo/ipê amarelo (IA/IA); ipê amarelo/ipê roxo (IA/IR); ipê amarelo/ipê branco (IA/IB); ipê roxo/ipê roxo (IR/IR); ipê roxo/ipê amarelo (IR/IA); ipê roxo/ipê branco (IR/IB); ipê branco/ipê branco (IB/IB); ipê branco/ipê amarelo (IB/IA); ipê branco/ipê roxo (IB/IR) (Figura 1).



**Figura 1.** Garfagem no topo em fenda cheia de enxertos de plantas adultas no campo em portaenxertos juvenis, de origem seminífera entre as espécies *H. chrysotrichus* (ipê amarelo), *H. heptaphyllus* (ipê roxo) e *H. roseo-albus* (ipê branco). Relação enxerto/portaenxerto: Auto-enxertias, A (Ipê amarelo/Ipê amarelo); D (Ipê roxo/Ipê roxo) e G (Ipê branco/Ipê branco). Enxertia entre espécies diferentes de ipê: B (Ipê amarelo/Ipê roxo); C (Ipê amarelo/Ipê branco); E (Ipê roxo/Ipê amarelo); F (Ipê roxo/Ipê branco); H (Ipê branco/Ipê amarelo) e I (Ipê branco/Ipê roxo).

As características analisadas foram: pegamento (%), número de brotos do enxerto, comprimento do broto do enxerto (cm), diâmetro do enxerto (cm), diâmetro do portaenxerto (cm), diâmetro da região enxertada (cm) e anatomia da região enxertada.

### 3.3 Anatomia da região enxertada

Os cortes anatômicos foram feitos em secções de 20  $\mu\text{m}$  de espessura, nos planos longitudinal tangencial e transversal, utilizando-se um micrótomo de deslize (Leica SM2000R), colocados em placa de Petri com hipoclorito de sódio 60%, por um minuto, para o clareamento dos tecidos. Posteriormente, o material foi lavado em água destilada e desidratado em álcool etílico por um minuto, nas concentrações de 10; 20; 30; 50; 60; 70; 80; 90 e 100%. Em seguida, adicionou-se o corante safranina e os cortes foram submetidos às seguintes concentrações de álcool e acetato de butila: 75-25; 50-50, 25-75; 0-100%, respectivamente, montadas as lâminas provisórias, adicionando-se glicerina e água (1:1), e as fotos foram capturadas utilizando-se lupa Belphotonics com câmera acoplada, no Laboratório de Ciências da Madeira/DCFM/CCAUE/UFES. A parte anatômica foi feita na forma de amostragem não utilizando qualquer tipo de análise estatística.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de agrupamento de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade, pelo programa Genes (CRUZ, 2016).



#### 4. RESULTADOS

As autoenxertias de Ipê amarelo e Ipê branco resultaram em baixos índices de pegamento (33,3 e 38,8%, respectivamente), diferente do observado na combinação IR/IR (83,3%). As combinações enxerto/portaenxerto entre diferentes espécies do gênero *Handroanthus* resultou em taxas de pegamento mediana (IR/IA: 55,5%), baixa (IR/IB: 27,7% e IA/IR, IA/IB e IB/IA: 5,5%) ou nula (IB/IR: 0%) (Tabela 2). Verifica-se, portanto, que o enxerto roxo é eficiente na enxertia, principalmente se o portaenxerto for da mesma espécie, além de apresentar uma boa compatibilidade com o ipê branco.

O número de brotos do enxerto foi maior e não diferiu estatisticamente entre as combinações IA/IA (1,33), IB/IB (1,66) e IR/IR (2,0) (autoenxertias), IR/IA (1,0) e IR/IB (1,33). Os maiores crescimentos dos brotos dos enxertos ocorreram nos autoenxertos de IB/IB (9,2 cm), IA/IA (7,3 cm) e IR/IR (5,4 cm). A autoenxertia do ipê roxo foi a que apresentou os maiores valores médios dos diâmetros do enxerto (1,5 cm), do portaenxerto (1,5 cm) e na região enxertada (1,5 cm), o que para a combinação IR/IR foram os mesmos valores médios. Na região enxertada, os diâmetros nas combinações IA/IA e IR/IA (1,6 cm) não diferiram estatisticamente da combinação IR/IR (Tabela 2). Os maiores valores do diâmetro na região enxertada (Tabela 2) registram a ocorrência de intumescimento dos tecidos, que com o tempo pode desaparecer, entretanto, a sua permanência é um sinal de incompatibilidade entre os tecidos.

Tabela 2. Características avaliadas na enxertia entre combinações de enxerto e portaenxerto de espécies do gênero *Handroanthus*.

Enxerto/Portaenxerto	Pegamento* (%)	Número de brotos do enxerto	Comprimento do broto do enxerto (cm)
IA/IA	33,3 c <sup>(1)</sup>	1,3 a	7,3 b
IA/IB	5,5 d	0,3 b	0,1 e
IA/IR	5,5 d	0,3 b	0,1 e
IB/IA	5,5 d	0,3 b	0,1 e
IB/IB	38,8 c	1,6 a	9,2 a
IB/IR	0,0	0,0	0,0

IR/IA	55,5 b	1,0 a	1,8 d
IR/IB	27,7 c	1,3 a	2,1 d
IR/IR	83,3 a	2,0 a	5,4 c
Enxerto/Portaenxerto	Diâmetro do enxerto (cm)	Diâmetro do portaenxerto (cm)	Diâmetro da região da enxertia (cm)
IA/IA	1,2 b	1,0 b	1,6 a
IA/IB	0,1 d	0,1 d	0,1 c
IA/IR	0,1 d	0,1 d	0,1 c
IB/IA	0,1 d	0,1 d	0,0 c
IB/IB	1,1 b	0,5 c	1,0 b
IB/IR	0,0	0,0	0,0
IR/IA	1,0 b	1,1 b	1,6 a
IR/IB	0,4 c	0,9 b	0,5 c
IR/IR	1,5 a	1,5 a	1,5 a

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna, entre as combinações enxerto x portaenxerto, pertencem ao mesmo agrupamento, pelo teste de agrupamento de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade. \*Avaliações após 60 dias da montagem do experimento. Abreviações: IA. ipê amarelo; IB. ipê branco; IR. ipê roxo.

A garfagem no topo em fenda cheia de autoenxertos de ipê roxo, com enxerto e portaenxerto de diferentes diâmetros, resultou na ocorrência de um espaço vazio entre os biontes, que foi preenchido por uma protuberância de células (calejamento) de coloração esverdeada. Após 45 dias observou-se no enxerto a emissão de dois brotos, sugerindo a eficiência do processo de autoenxertia (Figura 2A).

A alta compatibilidade da autoenxertia de IR dificulta a verificação do limite entre os tecidos do enxerto e portaenxerto (linha tracejada em vermelho) (Figura 2B), o que é um resultado positivo. Pelas análises internas dos tecidos, a exemplo, do escaneamento e anatomia da secção transversal (Figura 2C e E, respectivamente) e longitudinal (Figura 2D e F, respectivamente), foi possível inferir em mais detalhes a disposição dos tecidos.

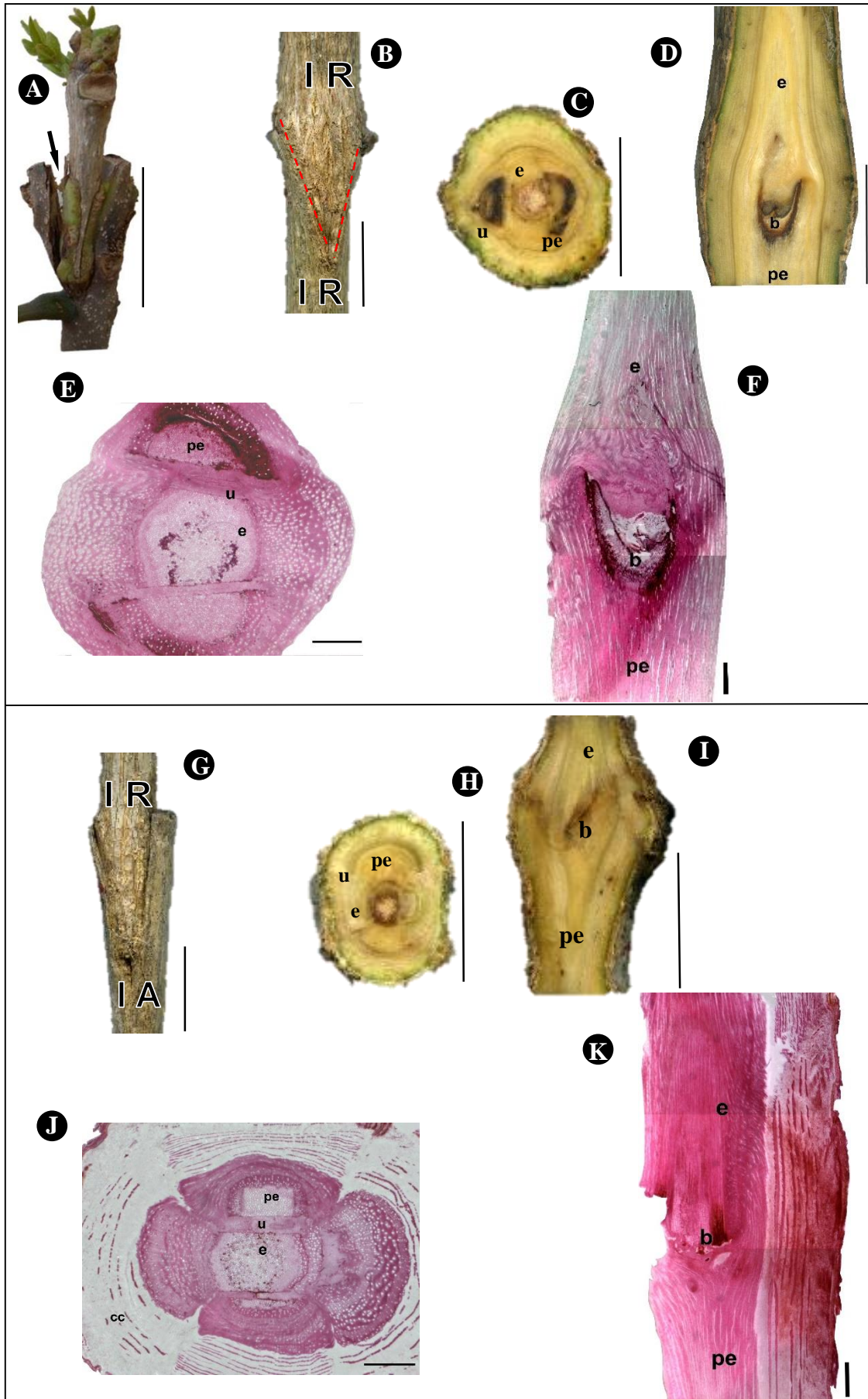


Figura 2. Garfagem no topo em fenda cheia entre espécies do gênero *Handroanthus*. (A) Enxerto (acima) e portaenxerto (abaixo) de uma muda autoenxertada de ipê roxo (seta indicando espaço vazio entre os biontes). Barra: 5 cm. (B) Detalhe da região autoenxertada de IR. (C) Escaneamento da secção transversal e (D) longitudinal da região autoenxertada de IR (4800 dpi). (E) Anatomia da secção transversal e (F) longitudinal da região autoenxertada de IR. (G) Região enxertada de IR/IA. Barra: 1 cm. (H) Escaneamento da secção transversal da região enxertada de IR/IA. (I) Escaneamento da secção longitudinal da região enxertada de IR/IA (4800 dpi). (J) Anatomia da secção transversal da região enxertada de IR/IB. (K) Anatomia da secção longitudinal da região enxertada de IR/IB. Legenda: IA. Ipê amarelo, IR. Ipê roxo, Círculo: região enxertada, e: enxerto, pe: portaenxerto, b: base do enxerto, cc: camada de crescimento e u: união entre o enxerto e o portaenxerto.

Na combinação IR/IA os tecidos do caule apresentaram características próprias, em que o ipê roxo apresentou a casca pouco espessa e pardo-acinzentada, fissurada longitudinalmente e descorticante em placas grandes e o ipê amarelo, a casca grisáceo-grossa e fissuras longitudinais esparsas e profundas, que facilitam a distinção entre enxerto (IR) e portaenxerto (IA) (Figura 2G). O escaneamento transversal (Figura 2H) e o longitudinal (Figura 2I) foram cruciais para a visualização da união entre as duas diferentes espécies, entretanto, a anatomia da secção transversal (Figura 2J) possibilitou verificar melhor a organização diferenciada dos tecidos, se comparado à secção longitudinal (Figura 2K).

## 5. DISCUSSÃO

Os baixos índices de pegamentos nas autoenxertias IA/IA e IB/IB (Tabela 2) devem-se, provavelmente, à menor capacidade morfogenética dos tecidos desta espécie, como a lentidão do processo fisiológico de cicatrização dos tecidos (enxerto/portaenxerto), ocasionando a desidratação dos mesmos. Entretanto, na combinação IR/IR o alto percentual de pegamento (Tabela 2), ocorre, provavelmente devido ao aumento na velocidade de cicatrização dos tecidos de ipê roxo, podendo este fato estar associado à sua menor lignificação e maiores concentrações de promotores da divisão celular (ex.: auxinas), fundamentais na união enxerto x portaenxerto.

A vantagem da propagação vegetativa, enxertia, é a manutenção das características da parte aérea, já que em *H. impetiginosus* há uma forte possibilidade de um mecanismo de autoincompatibilidade pós-zigótico, pela não iniciação da embriogênese (BITTENCOURT-JÚNIOR, 2017), necessitando desta forma de polinização cruzada, o que caracteriza variabilidade genética nos descendentes. Em videiras foram observados 3000 genes que transportam mRNAs através de junções do enxerto, genes estes que codificam proteínas envolvidas no metabolismo e vias de sinalização de diferentes hormônios vegetais, incluindo auxina, giberelina, ácido abscísico, etileno e ácido jasmônico (YANG et al., 2015).

Apesar de parecer a princípio baixa, a taxa de pegamento da combinação IR/IA (55,5%) (Tabela 2), pode ser aumentada por meio da indução com reguladores de crescimento que promovam a divisão celular dos tecidos mais precocemente ou a combinação destes como as auxinas e citocininas. O emprego de auxinas é de extrema importância, podendo influenciar em algumas etapas, como no processo de formação do calo e conseqüentemente na taxa de pegamento (REGINA et al., 2012).

As baixas (IR/IB) ou nulas (IA/IR, IA/IB e IB/IA) taxas de pegamentos das combinações entre os diferentes ipês (Tabela 2), está relacionada com a incompatibilidade entre as espécies, devido a diferença genética existente, o que pode ser confirmado por Collevatti et al. (2014), que observaram altos níveis de polimorfismo e diversidade genética entre *H. chrysotrichus*, *H. impetiginosus*, *H.*

*roseo-albus* e *H. serratifolius*. Similarmente, Mori et al. (2012) verificaram maior diversidade genética dentro do que entre as populações de *H. heptaphyllus*.

A formação de um maior número de brotos na autoenxertia de ipê roxo (Tabela 2), pode ser explicada pela maior taxa de pegamento, em decorrência da união bem estabelecida entre os biontes, o que possibilita um fluxo mais eficiente de fotoassimilados para o crescimento radicular, e de água e nutrientes para o crescimento da parte aérea. O maior número de brotos do enxerto é extremamente importante na formação da copa.

A enxertia dentro da mesma espécie, como em ipê roxo, revelou um crescimento diamétrico proporcional (Tabela 2), a considerar que valores de diâmetros na região de enxertia maiores ao enxerto e portaenxerto são indicadores de incompatibilidade e, isto muito provavelmente pode estar associado com o acúmulo de fotoassimilados nesta região, causando um intumescimento do tecido, devido à interrupção do transporte para as regiões basais da muda, ou seja, para o portaenxerto. Este crescimento proporcional é facilmente explicado, principalmente por se tratar de autoenxertos, portanto, materiais genéticos pertencentes à mesma espécie, o que naturalmente espera-se obter uma antecipação na conexão vascular e que esta seja bem estabelecida.

Algumas etapas ocorreram durante a união enxerto x portaenxerto, em *Camellia oleifera*: formação de uma camada escura (tecidos necrótico), atuando como isolamento da superfície ferida, após quatro dias da enxertia; no portaenxerto, próximo ao ferimento, as células do parênquima do câmbio e do periciclo se diferenciaram em calo, após oito dias da enxertia; no enxerto, próximo ao ferimento, as células do parênquima, sofreram diferenciação em calo, após 16 dias da enxertia; nos tecidos do calo continuaram a proliferação celular e preencheram a região de junção, formando uma ponte entre enxerto e portaenxerto, após 22 dias da enxertia; desta proliferação celular resultou a formação de novas células do câmbio vascular na borda do calo recém-formado, a partir da diferenciação das células adjacentes do parênquima do enxerto e portaenxerto, após 29 dias da enxertia; finalmente, as células parenquimáticas do câmbio diferenciaram em novos vasos condutores, que reconectaram a vasos danificados pelo enxerto, resultando na formação de feixes vasculares, após 35 dias da enxertia (FENG et al., 2017). Segundo estes autores, alguns fatores influenciaram positivamente na enxertia desta espécie, como a atividade da enzima peroxidase, açúcares solúveis, celulose e ácido clorogênico.

A verificação do pegamento da enxertia pode ser feita por vários métodos, dentre os quais se destaca o desenvolvimento de uma conexão simplástica eficiente entre o enxerto e o portaenxerto, confirmada pela detecção da fluorescência em folhas através de um processo sistêmico, ao usar corantes como o 5(6)-diacetato carboxifluoresceína (HUANG; YU, 2015). A expressão desta conexão vascular bem estabelecida pode ser medida pela atividade fotossintética e pelo *status* nutricional do enxerto, que não se deve alterar em comparação com mudas não enxertadas da mesma espécie.

## 6. CONCLUSÕES

- Há alta compatibilidade da autoenxertia de ipê roxo.
- As combinações IR/IA e IB/IB, IA/IA e IR/IB apresentam potencial para aumentar o pegamento na enxertia.



## 7. REFERÊNCIAS

- BACKES, F. A. A. L.; GIRARDI, L. B.; NEUHAUS, M.; BELLÉ, R. A.; SCHWAB, N.T.; PEITER, M. X. Caracterização das espécies utilizadas na arborização urbana em Silveira Martins, RS. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 17, n. 2, p. 167-174, 2011.
- BITTENCOURT JÚNIOR, N. S. Evidence for post-zygotic self-incompatibility in *Handroanthus impetiginosus* (Bignoniaceae). **Plant Reproduction**, v. 95, n. 2, p. 1-11, 2017.
- CARDINAL, Á. B. B.; GONÇALVES, P. S.; MARTINS, A. L. M. Stock-scion interactions on growth and rubber yield of *Hevea brasiliensis*. **Scientia Agricola**, v. 64, n. 3, p. 235-240, 2007.
- CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras: recomendações silviculturais de espécies florestais. **Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica**, 2003.
- COLLEVATTI, R. G.; ESTOLANO, R.; RIBEIRO, M. L.; RABELO, S. G.; LIMA, E. J.; MUNHOZ, C. B. R. High genetic diversity and contrasting fine-scale spatial genetic structure in four seasonally dry tropical forest tree species. **Plant Systematics Evolution**, v. 300, n. 7, p. 1671-1681, 2014.
- CRUZ, C. D. Genes Software - extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.
- FENG, J. L.; YANG, Z. J.; CHEN, S. P.; EL-KASSABY, Y. A.; CHEN, H. Signaling pathway in development of *Camellia oleifera* nurse seedling grafting union. **Trees**, v. 1, n. 5, p. 1-16, 2017.
- FREITAS, T. P. **Propagação de ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus* Mattos) por miniestaquia**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 71p. 2012.
- FUENTES, I.; STEGEMANN, S.; GOLCZYK, H.; KARCHER, D.; BOCK, R. Horizontal genoma transfer as an asexual path to the formation of new species. **Nature**, v. 511, n. 10, p. 232-235, 2014.
- GOTO, R.; CAÑIZARES, K. A. L.; STRIPARI, P. C. Fatores que influenciam a enxertia. In: GOTO, R.; SANTOS, H. S.; CAÑIZARES, K. A. L. **Enxertia em hortaliças**. São Paulo, ed. UNESP, p. 25-31, 2003.

- GROSE, S. O.; OLMSTEAD, R. G. Taxonomic revisions in the polyphyletic genus *Tabebuia* s.l. (Bignoniaceae). **Systematic Botany**, v. 32, n. 3, p. 660-670, 2007.
- HUANG, N.-C.; YU, T.-S. A pin-fasten grafting method provides a non-sterile and highly efficient method for grafting *Arabidopsis* at diverse developmental stages. **Plant Methods**, v. 11, n. 38, p. 6-11, 2015.
- HUSSAIN, S.; CURK, F.; ANJUM, M. A.; PAILLY, O.; TISON, G. Performance evaluation of common clementine on various citrus rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v. 150, p. 278-282, 2013.
- JAUSORO, V.; LLORENTE, B. E.; APÓSTOLO, N. M. Structural differences between hyperhydric and normal *in vitro* shoots of *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos (Bignoniaceae). **Plant Cell Tissue Organ Culture**, v. 101, n. 2, p. 183-191, 2010.
- KITAMURA, M. C.; LEMOS, E. E.P. Enxertia precoce da gravioleira (*Annona muricata* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 186-188, 2004.
- LIMA, P. R.; HORBACH, M. A.; DRANSKI, J. A. L.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C. Avaliação morfofisiológica em mudas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos durante a rustificação. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 3, p. 316-326, 2014.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. **Nova Odessa: Editora Plantarum**, v. 4, n.1, p. 352, 1992.
- LORENZI, H. **Brazilian trees**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2002.
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa SDA Nº 17**. Diário Oficial da União - Seção 1, n. 99, 24 Maio. 2007. Métodos analíticos oficiais para análise de substratos para plantas e condicionadores de solo. Brasília: MAPA, 2007. 9p.
- MARTINS, J. P. R.; SANTOS, B. R.; BARBOSA, S.; MÁXIMO, W. P. F.; BEIJO, L. A.; PAIVA, R. Crescimento e aspectos sintomatológicos na aclimatização de ipê-roxo. **Cerne**, v. 17, n. 4, p. 435-442, 2011.
- MORI, N. T.; MORAES, M. L. T.; MORITA, C. M.; MORI, E. S. Genetic diversity between and within populations of *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos using microsatellite markers. **Cerne**, v. 18, n. 1, p. 9-15, 2012.

- MORO, M. F.; CASTRO, A. S. F. A check list of plant species in the urban forestry of Fortaleza, Brazil: where are the native species in the country of megadiversity? **Urban Ecosystems**, v. 18, n. 1, p. 47-71, 2015.
- OLIVEIRA, A. K. M.; SCHELLEDER, E. J. D.; FAVORO, S. Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex.DC.) Standl. **Revista Árvore**, v. 32, n. 6, p. 1011-1018, 2008.
- OLIVEIRA, T. P. F.; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, K. R.; CARVALHO, G. C. M. W. Aplicação de AIB e tipo de miniestacas na produção de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* Mattos. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 313-320, 2016.
- ORAZEM, P.; STAMPAR, F.; HUDINA, M. Quality analysis of 'Redhaven' peach fruit grafted on 11 rootstocks of different genetic origin in a replant soil. **Food chemistry**, v. 124, n. 4, p. 1691-1698, 2011.
- PEREIRA, I. S.; FACHINELLO, J. C.; ANTUNES, L. E. C.; CAMPOS, Â. D.; PINA, A. Incompatibilidade de enxertia em *Prunus*. **Ciência Rural**, v. 44, n. 9, 2014.
- PEREZ, J.; EIGENBRODE, S. D.; HILJE, L.; TRIPEPI, R. R.; AGUILAR, M. E.; MESEN, F. Use of grafting to prevent *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) damage to new world Meliaceae species. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 4, p. 618-625, 2010.
- REGINA, M. D. A.; SOUZA, C. R. D.; DIAS, F. A. N. Propagation of *Vitis* spp. by bench grafting table using different rootstocks and auxins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 897-904, 2012.
- SANTOS, A. R.; ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G. Native and exotic species in the urban landscape of the city of Rio de Janeiro, Brazil: density, richness, and arboreal deficit. **Urban Ecosystems**, v. 13, n. 2, p. 209-222, 2010.
- SHIMAKURA, S. E.; RIBEIRO JÚNIOR, P. J. **Estatística descritiva: Interpretação do coeficiente de correlação.** Disponível em: <<http://leg.ufpr.br/~paulojus/CE003/ce003/node8.html>>. Acesso em: 08 maio 2017.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira. **Instituto Plantarum de Estudos da Flora**, Nova Odessa, 2005.
- WENDLING, I.; XAVIER, A. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais. **Floresta e Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 187-194, 2001.

YANG, Y.; MAO, L.; JITTAYASOTHORN, Y.; KANG, Y.; JIAO, C.; FEI, Z.; ZHONG, G-Y Messenger RNA exchange between scions and rootstocks in grafted grapevines. **BMC Plant Biology**, v. 15, n. 251, p. 1-14, 2015.