

**Comparação morfofisiológica de porta-enxertos clonais de seringueira cultivados em viveiro suspenso**

**Morphophysiological comparison of clonal rubber rootstocks grown in a suspended nursery**

**Comparación morfofisiológica de portainjertos de caucho clonales cultivados en un vivero suspendido**

Recebido: 18/05/2020 | Revisado: 23/05/2020 | Aceito: 27/05/2020 | Publicado: 30/05/2020

**Noemi Cristina de Souza Vieira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4921-4504>

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

E-mail: no-cristina@hotmail.com

**Enes Furlani Junior**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4030-612X>

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

E-mail: enes.furlani@unesp.br

**Erivaldo José Scaloppi Junior**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8050-2187>

Instituto Agronômico de Campinas/APTA, Brasil

E-mail: scaloppi@iac.sp.gov.br

**Raiana Crepaldi de Faria Nocchi**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5257-9363>

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

E-mail: raianacdef@hotmail.com

**Amanda Pereira Paixão**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6818-8076>

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

E-mail: amandappaixao@yahoo.com.br

**Dayane Bortoloto da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3264-0390>

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

## Resumo

O objetivo do trabalho foi caracterizar os parâmetros morfofisiológicos de porta-enxertos de seringueira provenientes de sementes dos clones GT1, PB235 e IAN873, cultivados em viveiro suspenso no município de Ilha Solteira- SP. O experimento foi desenvolvido em viveiro a céu aberto instalado na Faculdade de Engenharia - UNESP, Câmpus de Ilha Solteira- SP, durante o período de março/2018 a janeiro/2019. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial de 3 x 5, sendo três porta-enxertos GT1, PB235 e IAN873 e cinco épocas de coleta de dados 60, 120, 180, 240 e 300 dias após transplântio (DAT), com três repetições de 10 mudas por parcela. Os porta-enxertos apresentaram variação significativa dos parâmetros fisiológicos e de crescimento ao longo do período experimental. O IAN873 destacou-se no incremento de diâmetro de caule, índice de qualidade de Dickson e teor relativo de clorofila, conforme apontou a leitura do índice SPAD-502. A taxa fotossintética de IAN873 foi baixa no início das avaliações (60 DAT), entretanto, elevou-se linearmente, igualando-se aos demais clones ao final dos 300 DAT. Durante o período de cultivo (300 DAT), sob condições de viveiro suspenso, o genótipo IAN873 demonstrou maior aptidão para uso como porta-enxerto.

**Palavras-chave:** Taxa fotossintética líquida (A); Condutância estomática (gs); Concentração interna de carbono (Ci); Transpiração (E); Índice SPAD-502.

## Abstract

The objective of the work was to characterize the morphophysiological parameters of rubber tree rootstocks from seeds of clones GT1, PB235 and IAN873, grown in a suspended nursery in the municipality of Ilha Solteira-SP. The experiment was carried out in an open-air nursery installed at the Faculty of Engineering - UNESP, Campus de Ilha Solteira - SP, from March / 2018 to January / 2019. The experimental design used was randomized blocks, in a 3 x 5 factorial scheme, with three rootstocks GT1, PB235 and IAN873 and five times of data collection 60, 120, 180, 240 and 300 days after transplantation (DAT), with three repetitions of 10 seedlings per plot. The rootstocks showed significant variation in physiological and growth parameters over the experimental period. IAN873 stood out in the increase of stem diameter, Dickson's quality index and relative chlorophyll content, as indicated by the reading of the SPAD-502 index. The photosynthetic rate of IAN873 was low at the beginning of the evaluations (60 DAT), however, it increased linearly, being equal to the other clones at the end of 300 DAT. During the cultivation period (300 DAT), under suspended nursery conditions, the IAN873 genotype demonstrated greater aptitude for use as a rootstock.

**Keywords:** Net photosynthetic rate (A); Stomatal conductance (gs); Internal carbon concentration (Ci); Sweating (E); SPAD-502 Index.

## Resumen

El objetivo del trabajo fue caracterizar los parámetros morfofisiológicos de los portainjertos de árboles de caucho de semillas de los clones GT1, PB235 e IAN873, cultivados en un vivero suspendido en el municipio de Ilha Solteira-SP. El experimento se desarrolló en una guardería al aire libre instalada en la Facultad de Ingeniería - UNESP, Campus de Ilha Solteira - SP, de marzo / 2018 a enero / 2019. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar, en un esquema factorial 3 x 5, con tres portainjertos GT1, PB235 e IAN873 y cinco veces de recolección de datos 60, 120, 180, 240 y 300 días después del trasplante (DAT), con tres repeticiones de 10 plántulas por parcela. Los portainjertos mostraron una variación significativa en los parámetros fisiológicos y de crecimiento durante el período experimental. IAN873 se destacó en el aumento del diámetro del tallo, el índice de calidad de Dickson y el contenido relativo de clorofila, como lo indica la lectura del índice SPAD-502. La tasa fotosintética de IAN873 fue baja al comienzo de las evaluaciones (60 DAT), sin embargo, aumentó linealmente, siendo igual a los otros clones al final de 300 DAT. Durante el período de cultivo (300 DAT), en condiciones de vivero suspendido, el genotipo IAN873 demostró una mayor aptitud para su uso como portainjerto.

**Palabras clave:** Tasa fotosintética neta (A); Conductancia estomática (gs); Concentración interna de carbono (Ci); Sudoración (E); Índice SPAD-502.

## 1. Introdução

A heveicultura expandiu-se para várias regiões não tradicionais de cultivo, concentrando-se nas regiões nordeste, centro-oeste e sudeste, sendo o Estado de São Paulo o maior produtor nacional de borracha natural (IAC, 2011). Essa mudança de *habitat*, segundo Bicalho et al. (2008) pode acarretar respostas morfofisiológicas potencialmente diferentes entre os clones considerados semelhantes, uma vez que esses processos são bastante sensíveis ao ambiente.

Para acompanhar esta expansão de áreas cultivadas com seringueira no Brasil, houve a necessidade de ampliação de viveiros com o objetivo de produzir mudas de boa qualidade. O modelo convencional de produção de mudas de seringueira restringia-se ao uso de solo como substrato de plantio, deixando assim, as plantas suscetíveis a contaminação por pragas e doenças, prejudicando a sua sobrevivência no campo, aumentando os custos de implantação (Pereira et al., 2007). Devido a esses fatores foi, proposto o cultivo de mudas de seringueira em sistema de bancadas suspensas com uso de substrato vegetal, conforme preconizado pela Instrução Normativa (IN) nº 26, de 04 de junho de 2018, do Ministério da Agricultura,

Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2018) e pela Resolução nº 18 de 3 abril de 2018 da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SAA/SP) (São Paulo, 2018).

Na formação das mudas de seringueira é utilizado o método da enxertia por borbulha em porta-enxertos provenientes de sementes. Os enxertos são escolhidos com base na sua produção e adaptabilidade ao local, enquanto que os porta-enxertos, pouca importância lhes é dada quanto à sua procedência ou origem genética desde que tenham diâmetro suficiente para o processo de enxertia (Martins et al., 2000).

Para o melhor desempenho na formação de mudas de seringueira pesquisas apontam que a escolha do porta-enxerto, se torna essencial para uma maior produtividade do seringal. A utilização de sementes clonais GT1, PB235, RRIM600, RRIM701 e IAN873 vem sendo apontadas como as mais aptas em termos de ganhos produtivos no estado de São Paulo (Martins et al., 2000). Assim como, Gonçalves et al. (1994) concluíram que o porta-enxerto desempenha influência sobre o incremento do perímetro do caule e do crescimento em altura do enxerto. Do mesmo modo, Martins et al. (2000) relataram que alguns porta-enxertos causam desuniformidade no desenvolvimento das plantas sobre eles enxertados.

Nesse contexto, pesquisas envolvendo as características morfofisiológicas de porta-enxertos é de suma importância, pois poderá auxiliar os viveiristas na tomada de decisão dos melhores materiais de propagação para formação de mudas de seringueira. Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi caracterizar os parâmetros morfofisiológicos de porta-enxertos de seringueira provenientes de sementes dos clones GT1, PB235 e IAN873, cultivados em viveiro suspenso no município de Ilha Solteira- SP.

## **2. Metodologia**

O presente trabalho é uma pesquisa experimental de natureza qualitativa e quantitativa (Pereira et al., 2018), conduzida a campo em viveiro a céu aberto instalado na Faculdade de Engenharia - UNESP, câmpus de Ilha Solteira-SP, localizada a 20°43'09" de latitude sul e 51°33'79" de longitude oeste, com altitude em torno de 335 metros.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 5, sendo três porta-enxertos GT1, PB235 e IAN873 e cinco épocas de coleta de dados 60, 120, 180, 240, 300 dias após transplântio (DAT), com três repetições de 10 mudas por parcela.

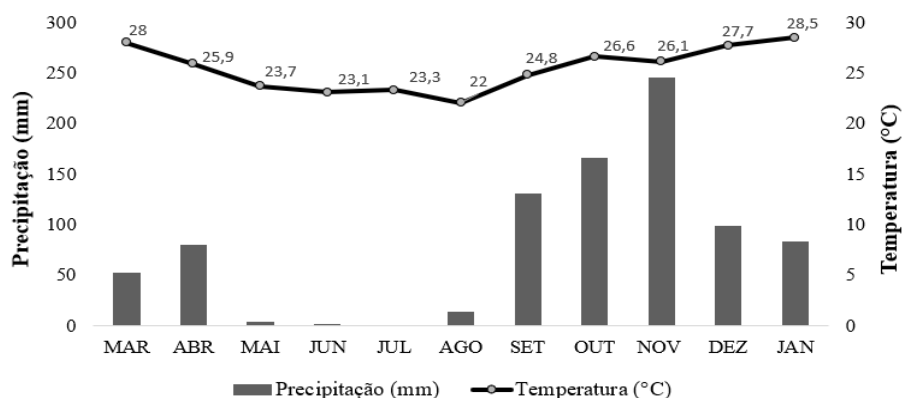
As sementes (proveniente de polinização aberta) dos clones GT1, PB235 e IAN873 foram obtidas de plantio multiclonais pertencente ao Instituto Agrônomo (IAC), localizado no município de Votuporanga-SP, coletadas em março/2018. Após a coleta, as sementes foram armazenadas em sacos plásticos de polietileno com pequenos furos, para evitar a perda de seu poder germinativo durante o transporte.

A semeadura foi em jardineiras plásticas contendo como substrato 5 litros de areia grossa, recobertas com 1 cm de pó de serra, sobre bancada suspensa em casa de vegetação. A germinação ocorreu do 7° ao 10° dia após a semeadura e, quando as plântulas atingiram o estágio de “palito”, por volta do 14° dia, foram transplantadas para sacos plásticos de polietileno com dimensões de 17x30 cm e volume de 2,75 litros, previamente preenchidos com substrato comercial. Estes foram adubados com 6 g L<sup>-1</sup> de substrato, do adubo de liberação lenta 15-09-12 com liberação prevista para cinco meses, em formulação contendo N (15%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (9%), K<sub>2</sub>O (12%), Mg (1,3%), S (6%), Cu (0,05%), Fe (0,46%), Mn (0,06%) e Mo (0,02%), como recomendado por Zamunér Filho et al. (2012).

Após o transplante, as mudas permaneceram em casa de vegetação por 30 dias, a fim de garantir condições ideais para o seu desenvolvimento inicial. Em abril/2018 as mudas de porta-enxerto foram transferidas para viveiro a pleno sol em bancada suspensa. A adubação de cobertura foi realizada em agosto/2018 e dezembro/2018, utilizando-se 2g por sacola do adubo de liberação lenta 15-09-12.

Os dados mensais de temperatura (°C) e precipitação (mm) ocorridos durante o período experimental foram obtidos pela Estação Meteorológica da Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP- câmpus de Ilha Solteira (Figura 1).

**Figura 1.** Médias mensais de temperatura (°C) e precipitação (mm), no período de março/2018 a janeiro/2019. Ilha Solteira-SP.



Fonte: Laboratório de hidráulica e irrigação da UNESP- Ilha Solteira.

Os parâmetros biométricos avaliados para cada época de cultivo foram: a) altura (cm), mensurada do colo ao ápice da planta com uma fita métrica graduada; b) diâmetro do caule a 10 cm do substrato com auxílio de paquímetro digital (mm); c) índice de qualidade de Dickson et al. (1960) “obtido pela fórmula IQD= [matéria seca total/(altura (cm)/diâmetro (mm) + massa seca da parte aérea (g)/massa seca da raiz (g)]”; d) MST: massa seca total (g).

A avaliação fisiológica foi realizada em duas mudas por parcela, no período das 07 h às 11 h da manhã, em folhas totalmente expandidas localizada no ápice da planta, para tanto, utilizou-se um analisador de gás infravermelho (Infra Red Gas Analyser –IRGA, marca ADC BioScientific Ltd, modelo LC-Pro), sendo as condições inicialmente impostas de 1000  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  de radiação fotossinteticamente ativa (PAR), providas por lâmpadas LED, 380 ppm de  $\text{CO}_2$  e temperatura da câmara em 28°C. Na ocasião foram mensuradas a concentração interna de carbono ( $C_i$ -  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), condutância estomática ( $g_s$ - mol de  $\text{H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), transpiração ( $E$ - mmol de  $\text{H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e taxa de fotossíntese líquida ( $A$ -  $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ). O teor de clorofila nas folhas foi determinado por meio do medidor portátil de clorofila SPAD-502 (modelo Minolta Camera Co. Ltda.), em duas folhas completamente expandidas por planta, localizadas no terço superior do dossel, cujas leituras foram realizadas entre 9 e 12 horas da manhã.

Os dados de cada variável foram submetidos à análise de variância através do teste F, e as médias dos porta-enxertos comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para os resultados significativos, foram aplicados modelos de regressão que melhor se ajustaram aos efeitos obtidos. O software estatístico utilizado foi o SISVAR 5.1 (Ferreira, 2011).

### 3. Resultados e Discussão

A análise de variância mostrou efeito significativo ( $p < 0,01$ ) para altura, diâmetro do caule e massa seca total (MST), tanto para os porta-enxertos (GT1, PB235 e IAN873) quanto para as épocas de cultivo (DAT) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Médias de altura, diâmetro do caule, massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de porta-enxertos clonais de seringueira em função da época de cultivo. Ilha Solteira- SP.

Tratamentos	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MST (g)	IQD
	p>F			
Clones (C)	0,01	0,01	0,01	0,01
Épocas (E)	0,01	0,01	0,01	0,01
(C*E)	0,07	0,36	0,07	0,01
<b>Clones</b>				
GT1	83,63 b	6,53 c	10,09 b	0,61 c
PB235	89,84 ab	7,08 b	13,81 a	0,84 b
IAN873	93,91 a	7,54 a	16,85 a	1,07 a
C.V(%)	7,81	6,20	27,67	26,19
D.M.S	6,29	0,39	3,39	0,20

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

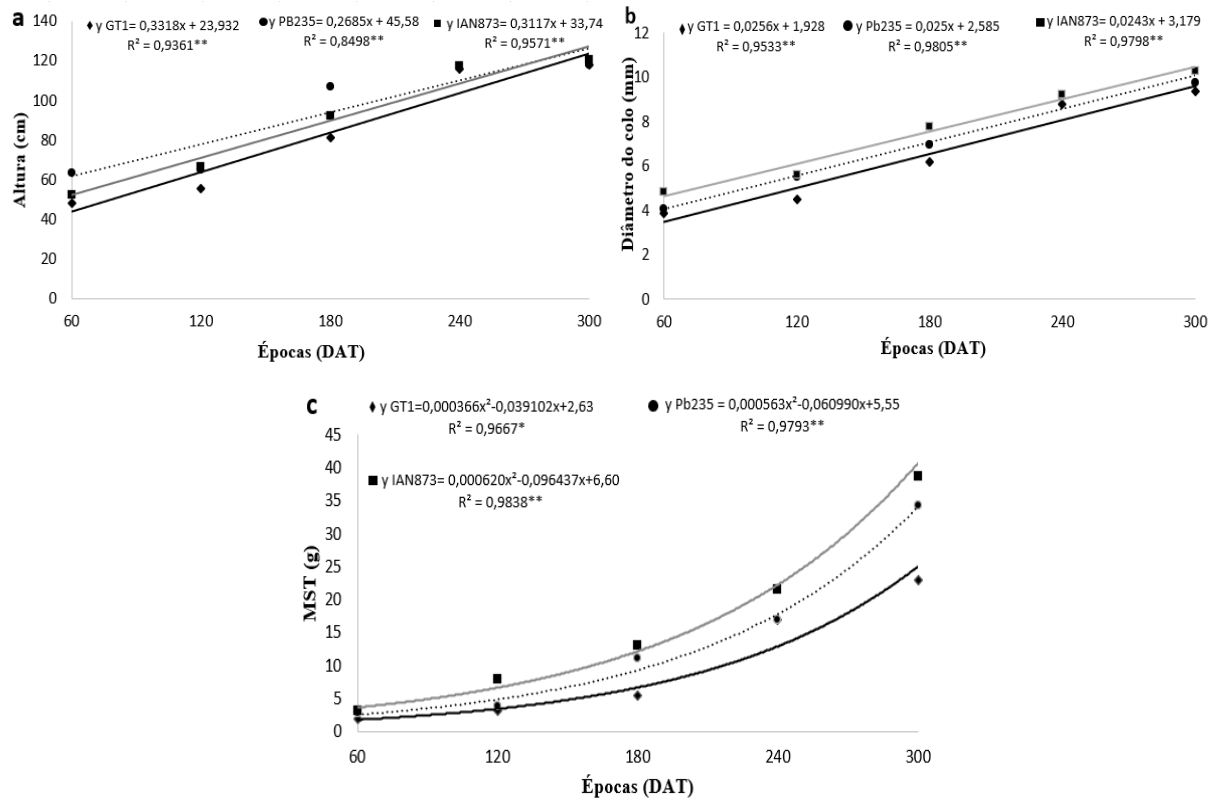
Observou-se ajuste linear crescente para as variáveis de crescimento: altura e diâmetro do caule (Figura 2.a e 2.b). Entre os clones utilizados, o GT1 apresentou menor altura, quando comparado ao IAN873 (Tabela 1). O incremento de altura para porta-enxertos clonais foi descrito por Martins et al. (2018), onde constataram que o IAN873 exibiu maior altura, comparado ao GT1, PB235, semelhante ao verificado na atual pesquisa (Tabela 1).

A tendência de crescimento do diâmetro de caule foi linear ao longo do período experimental para os porta-enxertos avaliados, com maiores valores aos 300 DAT (Figura 2.b). Segundo Diniz et al. (2010), o diâmetro do caule é o parâmetro mais importante na avaliação da seringueira, pois estabelece o momento adequado para realização da enxertia. Aos 300 DAT, o porta-enxerto IAN873 apresentou o diâmetro de caule de 10,29 mm (Figura 2.b), estando apto a enxertia, pois, segundo os padrões estabelecidos de produção e comercialização de mudas de seringueira no Brasil, para plantas de 6 a 8 meses de idade, o diâmetro do porta-enxerto recomendado para enxertia-verde deve ser superior ou igual a 10 mm a 10 cm de altura do substrato (Brasil, 2018). Com relação aos porta-enxertos GT1 e



PB235 houve atraso no desenvolvimento do diâmetro dos mesmos, atingindo aos 10 meses (300 DAT), os valores médios de 9,36 e 9,73 mm respectivamente (Figura 2.b).

**Figura 2.** Altura (a), diâmetro de caule (b) e massa seca total (c) de porta-enxertos de seringueira em função de épocas de cultivo. Ilha Solteira- SP.



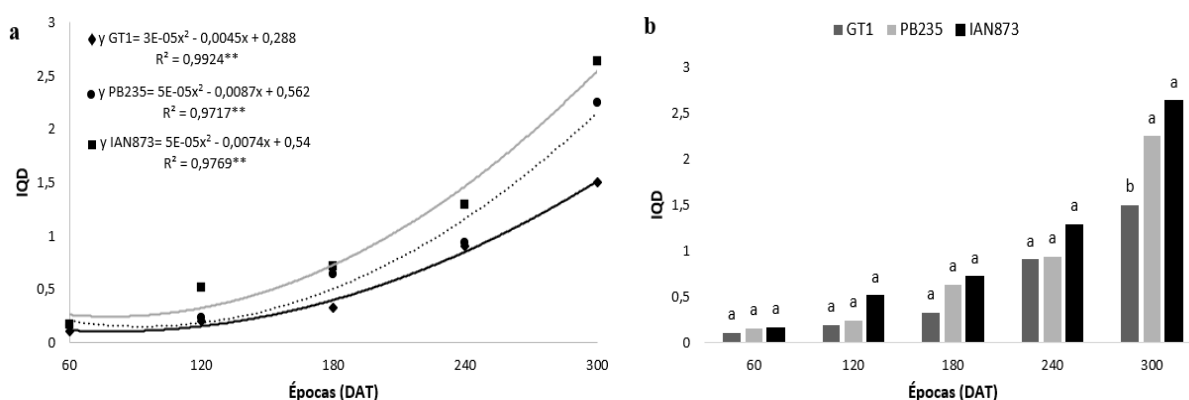
\*Regressão significativa ( $p > 0,05$ ) e \*\* ( $p > 0,01$ ). Fonte: Autores.

A produção de MST ajustou-se ao modelo quadrático (Figura 2.c). Em termos de MST, o IAN873 apresentou as melhores médias, não diferindo do PB235, concordando com os resultados de incremento em altura (Tabela 1). Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Martins et al. (2018), que avaliando o desenvolvimento de porta-enxertos de seringueira produzidos a partir de sementes clonais, concluíram que IAN873 e PB235 acumularam maior massa seca da parte aérea.

Para o IQD houve interação significativa entre os fatores clones x épocas (Tabela 1). O IQD é uma ferramenta que permite classificar mudas quanto à qualidade a partir das relações de parâmetros morfológicos, em que, quanto maior o índice, melhor qualidade terá a muda avaliada (Gomes et al., 2002). As médias relacionadas ao IQD ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão (Figura 3.a), alcançando as 300 DAT maiores valores para os clones PB235 e IAN873 (Figura 3.b), levando os mesmos a serem considerados porta-enxerto de boa qualidade, aptos a serem utilizadas para futura composição de seringais.



**Figura 3.** Desdobramento da interação de porta-enxertos clonais x épocas de cultivo, referentes ao IQD. Ilha Solteira- SP.



\*\*Regressão significativa ( $p > 0,01$ ). Fonte: Autores.

Houve interação significativa para os fatores (C\*E) nas médias de taxa fotossintética líquida (A-  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), transpiração (E-  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), condutância estomática (gs-  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e a concentração interna de  $\text{CO}_2$  na câmara subestomática (Ci-  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Médias de fotossíntese líquida (A-  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), condutância estomática (gs-  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), transpiração (E-  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), concentração interna de  $\text{CO}_2$  (Ci-  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol ar}^{-1}$ ) e índice SPAD de porta-enxertos clonais de seringueira em função da época de cultivo. Ilha Solteira-SP.

Tratamentos	A	E	gs	Ci	SPAD
Clones (C)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Épocas (E)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
(C*E)	0,01	0,01	0,01	0,02	0,69
<b>Clones</b>					
GT1	16,26 a	2,82 a	1,12 a	223,90 b	53,68 b
PB235	13,89 b	2,65 a	1,11 a	244,50 a	55,55 ab
IAN873	10,14 c	2,27 b	1,06 b	251,80 a	57,90 a
CV (%)	16,58	13,96	4,27	10,62	6,07
DMS	1,71	0,27	0,03	19,59	3,05

Dados (gs) transformados por  $(x + 1)^{1/2}$ . Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

Ao analisar o desdobramento da interação para fotossíntese líquida (A), foi constatado diferença de resposta entre os clones ao longo dos dias de cultivo. O clone GT1 superou a eficiência fotossintética do IAN873, durante o período de 60 a 240 DAT (Tabela 3). Miguel et al. (2007), trabalhando com plantas do clone GT1, PB235 e RRIM600 pertencentes a um jardim clonal, relataram que dentre os clones estudados, RRIM600 e GT1 estão entre os que apresentaram os maiores valores de fotossíntese líquida, assim como no presente estudo.

**Tabela 3.** Desdobramento da interação de porta-enxertos clonais x épocas de cultivo, referentes a fotossíntese líquida (A-  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), condutância estomática (gs-  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), transpiração (E-  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), concentração interna de  $\text{CO}_2$  (Ci-  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol ar}^{-1}$ ). Ilha Solteira- SP.

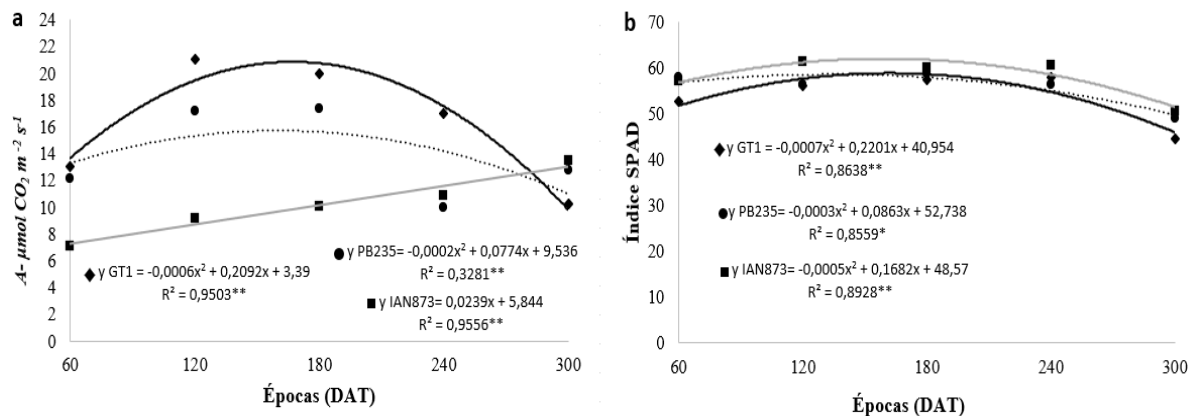
<b>Fatores</b>		<b>A</b>		
<b>Épocas (DAT)</b>	<b>GT1</b>	<b>PB235</b>	<b>IAN873</b>	
60	13,01 a	12,10 a	7,13 b	
120	21,10 a	17,17 b	9,20 c	
180	19,95 a	17,39 a	10,06 b	
240	17,00 a	10,01 b	10,88 b	
300	10,22 a	12,79 a	13,46 a	
p>F (L)	0,01	0,10	0,01	
p>F (Q)	0,01	0,01	0,81	
r <sup>2</sup>	11,09	7,87	95,08	
R <sup>2</sup>	95,06	32,75	95,91	
<b>Épocas (DAT)</b>	<b>E</b>			
60	2,50 a	2,46 ab	1,87 b	
120	3,23 a	2,79 ab	2,23 b	
180	2,91 b	3,58 a	2,24 c	
240	2,70 a	1,45 b	2,38 a	
300	2,79 a	3,00 a	2,61 a	
p>F (L)	0,94	0,65	0,01	
p>F (Q)	0,08	0,48	0,85	
r <sup>2</sup>	0,06	0,26	91,25	
R <sup>2</sup>	33,87	0,92	91,64	
<b>Épocas (DAT)</b>	<b>gs</b>			
60	1,08 a	1,08 a	1,04 a	
120	1,16 a	1,21 a	1,06 b	
180	1,11 a	1,13 a	1,06 a	
240	1,14 a	1,03 b	1,07 ab	
300	1,09 a	1,11 a	1,09 a	
p>F (L)	0,89	0,12	0,24	
p>F (Q)	0,05	0,15	0,87	
r <sup>2</sup>	0,21	7,01	84,37	
R <sup>2</sup>	45,85	13,08	86,01	
<b>Épocas (DAT)</b>	<b>Ci</b>			
60	236,50 a	274,25 a	277,75 a	
120	204,25 a	221,00 a	230,75 a	
180	189,75 b	255,00 a	236,75 a	
240	245,50 ab	209,00 b	264,75 a	
300	243,50 a	263,25 a	249,00 a	
p>F (L)	0,17	0,40	0,56	
p>F (Q)	0,01	0,01	0,08	
r <sup>2</sup>	11,92	3,66	3,64	
R <sup>2</sup>	59,58	44,86	37,22	

Dados (gs) transformados por  $(x + 1)^{1/2}$ . Médias seguidas de letras iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DAT: dias após transplantio. Fonte: Autores.

O modelo de regressão que melhor se ajustou as médias de fotossíntese (A) foi a quadrática para GT1 e PB235 atingindo seu ponto máximo aos 174 DAT ( $21,62 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )

$^2 \text{ s}^{-1}$ ) e 193 DAT ( $17,02 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) respectivamente (Figura 4.a). Porém, para IAN873 ocorreu ajuste linear crescente, exibindo aos 300 DAT o valor de  $13,46 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (Figura 4.a).

**Figura 4.** Fotossíntese líquida (a) e índice SPAD (b) de porta-enxertos de seringueira em função de épocas de cultivo. Ilha Solteira- SP.



\*Regressão significativa ( $p > 0,05$ ) e \*\* ( $p > 0,01$ ). Fonte: Autores.

Os resultados das taxas fotossintéticas deste estudo foram superiores aos verificados por Conforto et al. (2005) nos clones PB235 variando de 2,19 e  $3,46 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  e GT1 de 2,31 a  $3,93 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Todavia, Nataraja & Jacob (1999) constataram em estudo com doze clones de seringueira a fotossíntese em torno de 11 a  $15 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Gaona et al. (2018), analisando plantas jovens de seringueira em duas regiões da Colômbia, relataram valores máximos de fotossíntese em San Roque de  $10,97 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  e em Caucasia de  $7,84 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ .

Embora, o porta-enxerto IAN873 tenha se destacado nas avaliações biométricas, sendo considerado um material de crescimento rápido, as taxas de fotossíntese em condições naturais de luminosidade, concentração de  $\text{CO}_2$  e umidade do ar foram relativamente baixas, se comparadas com os valores aferidos para os demais clones estudados (Figura 4.a). Isto demonstra que a taxa de crescimento de uma espécie não pode ser determinada apenas pela capacidade de assimilação de carbono, mas por uma série de outros fatores como a taxa de respiração, a eficiência na translocação de assimilados e a superfície foliar da planta, que interagem de forma complexa, e cujo resultado final é o acúmulo de biomassa (Marengo & Lopes, 2005).

O IAN873 exibiu menor transpiração foliar (E) ao longo dos 60 aos 180 DAT (Tabela 3). Visto que, no decorrer do período experimental os dados de transpiração dos porta-

enxertos de seringueira ficaram abaixo dos encontrados por Cascardo et al. (1993), onde verificaram que plantas de 8 meses, em plena turgescência, atingiram valores máximos de  $3,6 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , todavia, Gomes & Kozlowski (1988) avaliando plantas de 11 meses, constatarem valores máximos de  $5,27 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Gaona et al. (2018) estudando o intercambio gasoso de plantas jovens de seringueira em duas localidades na Colômbia, aferiram valores de transpiração máxima de  $3,55 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  em San Roque, e de  $5,16 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  em Caucasia.

Quanto à condutância estomática (gs), foram encontradas diferenças entre os clones aos 120 e 240 DAT. Aos 120 DAT, o IAN873 obteve a menor gs ( $1,06 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), contudo, aos 240 DAT os resultados indicaram uma diminuição na gs de PB235 ( $1,14 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), igualando-se estatisticamente ao IAN873 ( $1,07 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) (Tabela 3). Os valores encontrados entre os clones durante o período experimental foram superiores aos descritos por Coutinho & Conforto (2001) em pés-francos de 10 meses de idade (em média,  $0,070 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), na cidade de São José do Rio Preto.

Para a concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $\text{C}_i$ ) constatou-se diferença significativa entre os porta-enxertos aos 180 e 240 DAT. O GT1 apresentou baixa concentração de  $\text{CO}_2$ , aos 180 DAT ( $189,75 \text{ } \mu\text{mol mol}^{-1}$ ), diferentemente do ocorrido aos 240 DAT, onde PB235 exibiu menor  $\text{C}_i$  ( $209 \text{ } \mu\text{mol mol}^{-1}$ ) comparado a IAN873 ( $264,75 \text{ } \mu\text{mol mol}^{-1}$ ) (Tabela 3). Ao contrário do presente estudo, Conforto et al. (2005) demonstraram não haver diferença significativa na concentração interna de  $\text{CO}_2$  nos períodos de clima seco e úmidos para os clones GT1 ( $100,35$  e  $105,33 \text{ } \mu\text{mol mol}^{-1}$ ) e PB235 ( $92,92$  e  $120,80 \text{ } \mu\text{mol mol}^{-1}$ ).

Essa diferença de comportamento fisiológico entre os clones averiguada na pesquisa, pode ocorrer devido as mudanças sazonais de condições ambientais, que ocasionam alterações no aparato fotossintético e, ou, no fluxo de gases, sendo que as respostas a estes fatores podem ser diferenciadas entre e dentro das espécies, como também entre clones de uma mesma espécie (Gunasekera et al., 2013).

O índice SPAD é fortemente relacionado a estimativa do teor de clorofila, através da aferição da intensidade de coloração verde foliar, como já demonstrado por alguns pesquisadores em várias espécies de plantas, como citrus (Jifon et al., 2005) e café (Torres Netto et al., 2005). Sendo assim, nota-se que o clone IAN873 apresentou maior índice SPAD, em relação ao clone GT1, sugerindo uma maior concentração de clorofila foliar (Tabela 2). Os dados resultantes das leituras do índice SPAD durante o experimento, ajustaram-se ao modelo quadrático (Figura 4.b) e os valores estão acima dos recomendados por Torres Netto

et al. (2005), que analisando folhas de cafeeiro, concluíram que as leituras SPAD inferiores a 40 indicam o início da deficiência de clorofila, o que afeta o processo fotossintético.

No conjunto das variáveis analisadas, foi possível constatar que o IAN873 demonstrou melhor desenvolvimento ao longo dos 300 dias de cultivo, levando o mesmo a ser considerado uma boa opção de porta-enxerto para formação de mudas de seringueira. Esse resultado concorda com o aferido por Martins et al. (2018), onde definiram que dentre os materiais genéticos (GT1, PB235, RRIM600, SNS e IAN873) testados o IAN873 apresentou maior aptidão para o uso como porta-enxerto.

#### **4. Considerações Finais**

O presente artigo traz contribuições inéditas sobre as características fisiológicas e de crescimento de porta-enxertos de seringueira cultivados em viveiro suspenso. Esses dados colaboram para geração de informações técnicas que permitam auxiliar produtores rurais e viveiristas na escolha dos materiais mais vigorosos para a formação de mudas de qualidade. Contudo, é importante que trabalhos futuros sejam realizados visando analisar a influência desses porta-enxertos no desenvolvimento do enxerto (copa).

Os porta-enxertos estudados apresentaram variação significativa nos parâmetros fisiológicos e de crescimento ao longo do período experimental. O IAN873 destacou-se no incremento de diâmetro de caule, índice de qualidade de Dickson e teor relativo de clorofila, conforme apontou a leitura do índice SPAD-502.

Durante o período de cultivo (300 DAT), sob condições de viveiro suspenso, o genótipo IAN873 demonstrou maior aptidão para uso como porta-enxerto.

#### **5. Agradecimentos**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro no desenvolvimento experimental e a empresa Tecnutri do Brasil por fornecer o fertilizante utilizado nessa pesquisa.

#### **Referências**

Bicalho, KC, Oliveira, LEM, Santos, JB, Mesquita, AC & Mendonça, EG. (2008). Similaridade genética entre clones de seringueira (*Hevea brasiliensis*), por meio de

marcadores RAPD. *Ciênc. agrotec.*, 32(5): 1510-1515. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542008000500023>.

Brasil. (2018). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 26. *Estabelece as Normas de Produção e Comercialização de Material de Propagação de Seringueira (Hevea spp.)*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 4 jun. Seção 1.

Cascardo, JCM, Oliveira, LEM & Soares, AM. (1993). Disponibilidade de água e doses de gesso agrícola nas relações hídricas de seringueira. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 5(1): 31-34.

Conforto, EC, Cavalcante, JR, Pessoa, JDC, Moreno, RMB & Mattoso, LHC. (2005). Variação sazonal das trocas gasosas, turgescência relativa do tronco e produtividade em dois cultivares de seringueira em Votuporanga, SP, Brasil. *Acta bot. bras.*, 19(4): 733-740. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062005000400008>.

Coutinho, ACF & Conforto, EC. (2001). Desenvolvimento vegetativo, estrutura do limbo foliar e trocas gasosas em plântulas de cinco cultivares de seringueira (*Hevea brasiliensis*, Müell. Arg.). *Naturalia*, 26: 159-174.

Dickson, A, Leaf, AL & Hosner, JF. (1960). Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, 36(1): 10-13. <https://doi.org/10.5558/tfc36010-1>.

Diniz, PFA, de Oliveira, LEM, Gomes, MP, de Castro, EM., Mesquita, AC, Bonome, LTS & da Silva, L. (2010). Crescimento, parâmetros biofísicos e aspectos anatômicos de plantas jovens de seringueira inoculadas com fungo micorrízico arbuscular *Glomus clarum*. *Acta Botânica Brasílica*, 24(1): 65-72. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062010000100007>.

Ferreira, DF. (2011). Sisvar: um sistema de análise estatística computacional. *Ciênc. agrotec.*, 35(6): 1039-1042.

Gaona, OC, García, DAM, Arredondo, JDH, Hincapié, JJG, Restrepo, JPG, Bustamante, EM & Muñoz, CAU. (2018). Gas exchange in young *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll.

Arg. (Euphorbiaceae) plants in Antioquia (Colombia). *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*, 19(1): 91-102.

Gomes, ARS & Kozlowski, KK. (1988). Stomatal characteristics, leaf waxes and transpiration taxes of *Theobroma cacao* and *Hevea brasiliensis* seedling. *Annals of Botany*, 64(4): 425-432. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a087574>.

Gomes, JM, Couto, L, Leite, HG, Xavier, A & Garcia, SLR. (2002). Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. *R. Árvore*, 26(6): 655-664. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622002000600002>.

Gonçalves, P de S, Cardoso, M, Mente, EM, Martins, ALM., Gottardi, MVC & Ortolani, A A. (1994). Desempenho preliminar de clones de seringueira na região de São José do Rio Preto, planalto do Estado de São Paulo. *Bragantia*, 52(2): 119-130. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87051993000200004>.

Gunasekera, HKLK, de Costa, WAJM & Nugawela, A. (2013). Canopy Photosynthetic Capacity and Light Response Parameters of Rubber *Hevea brasiliensis* with Reference to Exploitation. *Current Agriculture Research Journal*, 1(1): 01-12. <http://dx.doi.org/10.12944/CARJ.1.1.01>.

IAC- Instituto Agronômico de Campinas. (2011). *A importância da borracha natural*. Campinas-IAC. Disponível: <[www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/seringueira/](http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/seringueira/)>. Acesso em: 13 abril 2020.

Jifon, JL, Syvertsen, JP & Whaley, E. (2005). Growth environment and leaf anatomy affect nondestructive estimates of chlorophyll and nitrogen in Citrus sp. leaves. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 130(2): 152-158. <http://dx.doi.org/10.21273/jashs.130.2.152>.

Marenco, RA & Lopes, NF. (2005). *Fisiologia Vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral*. Viçosa: Editora UFV.



Martins, ALM, Ramos, NP, Gonçalves, PS & Doval, KS. (2000). Influência de porta-enxertos no crescimento de clones de seringueira no estado de São Paulo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35(9): 1743-1750. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2000000900006>.

Martins, AN, Suguino, E, Gazola, E, Gonçalves, PS, Scaloppi Júnior, EJ, Silva, JQ & Sales, BTLS. (2018). *Desenvolvimento de porta enxertos de seringueira (Hevea brasiliensis Muell. Arg.) produzidos a partir de sementes clonais*. In: II Simpósio de propagação de plantas e produção de mudas. Águas de Lindóia- SP. Disponível em: [http://www.simpmudas.com.br/anais/Resumos/ResumoSimpMudas2\\_0069.pdf](http://www.simpmudas.com.br/anais/Resumos/ResumoSimpMudas2_0069.pdf). Acesso em: 15 abril 2020.

Miguel, AA, Oliveira, LEM, Cairo, PAR & Oliveira, DM. (2007). Photosynthetic behaviour during the leaf ontogeny of rubber tree clones [*Hevea brasiliensis* (Wild. ex. Adr. de Juss.) Muell. Arg.], in Lavras, MG. *Ciência e Agrotecnologia*, 31(1): 91-97. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000100014>.

Nataraja, KN & Jacob, J. (1999). Clonal differences in photosynthesis in *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. *Photosynthetica*, 36: 89-98. <https://doi.org/10.1023/A:1007070820925>.

Pereira, AV, Zamunér Filho, AN, Silva, RS, Antonini, JCA, Vocurca, H & Pereira, EBC. (2007). *Produção de mudas de seringueira em viveiro suspenso*. In: congresso brasileiro de heveicultura. Palestra... Guarapari: Incaper, CD-ROM.

Pereira, AS, Shitsuka, DM, Parreira, FJ & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em: [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1). Acesso em: 24 maio 2020.

São Paulo (2018). Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SAA/SP). *Resolução SAA - Estabelece exigências para cadastramento de viveiros, jardins clonais, plantas matrizes produtoras de sementes e normas técnicas de defesa sanitária vegetal, para a produção, comércio e o transporte de mudas, borbulhas e sementes de seringueira (Hevea spp) no estado de São Paulo.* Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=262019>. Acesso em: 24 de maio 2020.

Torres Netto, A, Campostrini, E, Oliveira, JG & Bressan-Smith, RE. (2005). Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. *Scientia Horticulturae*, 104(2): 199-209. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2004.08.013>.

Zamunér Filho, AN, Venturin, N, Pereira, AV, Pereira, EBC & Macedo, RLG. (2012). Dose of controlled-release fertilizer for production of rubber tree rootstocks. *Cerne*, 18(2): 239-245. <https://doi.org/10.1590/S0104-77602012000200008>.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Noemi Cristina de Souza Vieira – 30 %

Enes Furlani Junior – 25 %

Erivaldo José Scaloppi Junior – 15%

Raiana Crepaldi de Faria Nocchi – 10%

Amanda Pereira Paixão – 10%

Dayane bortoloto da silva – 10%