

Artigo Científico

## Análise de crescimento e parâmetros fisiológicos em mudas de *Dipteryx alata* Vogel

### Resumo

As frutíferas do Cerrado são espécies de diversos gêneros, a espécie arbórea *Dipteryx alata* Vog., Baru, possui alta produtividade, facilidade no transporte e armazenamento dos frutos e a qualidade do produto,

portanto objetivou-se com esse trabalho avaliar características de crescimento e parâmetros fisiológicos de mudas de *Dipteryx alata* Vog. em diferentes tamanhos de recipientes sob condições de viveiro em idades diversificadas após o transplantio. Foram plantadas sementes de baru em sementeira de areia, quarenta dias após as plântulas foram transplantadas para recipientes de tamanhos diferenciados. Permaneceram durante dez dias em condições de 75 % de sombra para aclimação, após esse período foram transportadas para condições de 50% de luminosidade. O teste foi instalado em delineamento inteiramente casualizado. Aos 30, 60 e 120 dias após o transplantio para a coleta das variáveis experimentais. Foram coletados os dados de diâmetro do colo e altura, e matéria seca de raiz e parte aérea. Constatou-se que os recipientes de maior volume (20x30 cm) condicionaram melhor meio para o desenvolvimento das mudas.

**Palavras-chave:** produção de mudas, transplantio, viveiro.

Ana Beatriz Marques Honorio<sup>1</sup>

Marília Barcelos Souza Lopes<sup>2</sup>

Susana Cristine Siebeneichler<sup>3</sup>

Clovis Maurilio Souza<sup>4</sup>

Tarcísio Castro Alves de Barros Leal<sup>5</sup>

## Growth analysis and physiological parameters in *Dipteryx alata* Vogel seedlings

### Abstract

The fruit trees of the Cerrado are species of several genera, the arboreal species *Dipteryx alata* Vog., Baru, it has high productivity, easy transport and storage of fruits and product quality, therefore the purpose of this work was to evaluate growth characteristics and physiological parameters of *Dipteryx alata* Vog seedlings. in different sizes of containers under nursery conditions at different ages after transplanting. Baru seeds were planted in sand sowing, forty days after the seedlings were transplanted to containers of different sizes. They stayed for ten days under conditions of 75% shade for acclimatization, after which they were transported to conditions of 50% luminosity. The test was installed in a completely randomized design. At 30, 60 and 120 days after the transplant to collect the experimental data. Were collected data of diameter of the neck and height, dry matter of root and shoot. It was verified that the containers of larger volume (20x30 cm) conditioned better medium for the development of the seedlings.

**Keywords:** seedling production, transplanting, nursery.

## Análisis de crecimiento y parámetros fisiológicos en las mudas de *Dipteryx alata* Vogel

### Resumen

Las frutales del Cerrado son especies de diversos géneros, la especie arbórea *Dipteryx alata* Vog. Presenta alta productividad, facilidad en el transporte y almacenamiento de los frutos y calidad del producto, Así, se

Received at: 25/14/2018

Accepted for publication at: 23/01/2019

1 - Mestranda em Produção Vegetal, Universidade Federal do Tocantins. Email: biaflorestal5@gmail.com;

2 - Pesquisadora PNPd CAPES no programa de pós graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Tocantins. Email: mariliabarcelosagro@hotmail.com;

3,4,5 - Professora Associada, Universidade Federal do Tocantins. Email: susana@uft.edu.br; clovis@uft.edu.br; tarcisio@uft.edu.br;

objetivó con ese trabajo evaluar características de crecimiento y parámetros fisiológicos de mudas de *Dipteryx alata* Vog. en diferentes tamaños de recipientes en condiciones de vivero en edades diversificadas después del trasplante. Se plantaron semillas de barú en contenedores con de arena, cuarenta días después las plántulas fueron trasplantadas para recipientes de tamaños diferenciados. Se mantuvieron durante diez días en condiciones de 75% de sombra para aclimatación, después de ese período fueron transportadas a condiciones de 50% de luminosidad. La prueba se instaló en delineamiento completamente casualizado. A los 30, 60 y 120 días después del trasplante se realizaron las recolecciones de datos experimentales. Se evaluarán los datos de diámetro del cuello y altura para los análisis de crecimiento, y materia seca de raíz y parte aérea. Se constató que los recipientes de mayor volumen (20x30 cm) condicionaron mejor medio para el desarrollo de las mudas.

**Palabras clave:** producción de mudas, el trasplante, vivero.

## Introdução

O Cerrado é o segundo maior bioma do país, ocupando cerca de 23% do território nacional, sendo superado em área apenas pela Amazônia. Possui uma vegetação com diversas fitofisionomias, tendo a mais rica flora dentre as savanas do mundo (MYERS et al., 2000; KLINK e MACHADO, 2005). É considerado um dos 34 *hotspots* do mundo para fins de conservação, por conta de seu endemismo, diversidade biológica e ameaça pela ocupação humana (MYERS et al., 2000). Estudos recentes indicam que cerca de 61% deste bioma ainda possuem a vegetação nativa em estado relativamente intacto, todavia, em uma base altamente assimétrica. A parte norte representa 90% das fisionomias naturais e a parte sul apenas 15% (SANO et al., 2010).

As frutíferas do Cerrado são espécies de diversos gêneros e famílias, produzindo frutos de interesse para alimentação "*in natura*" quanto para industrialização como também são fontes de alimentos para os animais. Porém Cunha et al. (2008) afirma que com a degradação ambiental no Brasil, dando ênfase ao Cerrado, houve considerável transformação no perfil no decorrer do tempo, acarretando o aumento do desmatamento, erosão, compactação do solo, assoreamento dos rios, contaminação da água subterrânea e perda da biodiversidade, refletindo assim sobre todo o ecossistema.

A espécie arbórea *Dipteryx alata*, conhecida como barú, pertencente à família das leguminosas sub *fabaceae* é nativa da região central brasileira e habita áreas de cerrados e cerradões, bem como nas faixas de transição entre Mata Atlântica e Cerrado. Os frutos são do tipo drupa de coloração marrom clara e uma única semente comestível por fruto, comumente chamada de amêndoa. De acordo com Bento et al. (2014) as amêndoas tem níveis mais elevados de monoinsaturados, ácidos graxos (51,1%) e níveis mais baixos gordura.

Sano et al. (2010) destacam o barú que, apesar da sua irregularidade na produção de frutos, possui alta produtividade, facilidade no transporte e armazenamento dos frutos e a qualidade do produto. A aquisição de mudas pelos pequenos e médios produtores, além de incentivar a restituição da espécie no Cerrado, poderá ser utilizada em áreas de preservação permanente (APP) e como elemento de matas ciliares (CARNEIRO et al., 2014).

Com isso cada vez mais a tecnologia de produção de mudas vem ganhando destaque, sendo primordial conhecer métodos mais apropriados para a produção de mudas de alta qualidade e potencial genético, visando a sanidade e padrão produtivo (PINTO et al., 2016).

Como a exploração se dá por extrativismo, e são ainda insuficientes as informações sobre a biologia e manejo do barueiro, é indispensável a realização de estudos que contribuam para direcionar estratégias mais eficientes para sua domesticação, conservação e uso sustentável (SILVA et al., 1997).

Com base no potencial do barú, estudos sobre aspectos fisiológicos da germinação e crescimento inicial da espécie são necessários para o êxito na produção de mudas. Estudos fisiológicos (germinação de sementes, crescimento inicial e produção de mudas) em consonância com conhecimentos de fatores abióticos da região, concedem suporte para a escolha ideal de espécies a serem utilizadas em diversos programas. O conhecimento do desenvolvimento inicial das espécies florestais nativas auxilia na inferência sobre a capacidade de adaptação dessas espécies a distintas condições de radiação do ambiente em que estão naturalmente se desenvolvendo (ALMEIDA et al., 2014).

Dependendo da espécie, durante seu crescimento inicial com maiores disponibilidades de luz podem ocorrer a intensificação ou inibição da atividade fotossintética, através da fotoinibição

ocasionada pelo excesso de luz a depender da espécie. Haja vista que a temperatura e a intensidade luminosa são fatores que podem limitar o processo fotossintético contribuindo ainda para a redução de aquisição de carbono e, conseqüentemente, reduzindo a taxa de crescimento. Condicionando diferentes respostas fisiológicas nas características anatômicas, bioquímicas e de crescimento (Costa e Marengo, 2007). De acordo com Duz et al. (2004), a eficácia de aclimação das plantas a modificações da intensidade luminosa varia de acordo com a espécie como também a quantidade de luz que recebem e de seu estágio sucessional.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar características de crescimento e parâmetros fisiológicos de mudas de *Dipteryx alata* Vog. em diferentes tamanhos de recipientes sob condições de viveiro no Sul do estado do Tocantins idades diversificadas após o transplântio.

## Materiais e Métodos

O trabalho foi conduzido na Estação Experimental de Pesquisa do *Câmpus* Universitário de Gurupi, pertencente à Universidade Federal do Tocantins-UFT,

localizado à latitude 11° 43' S e longitude 49° 04' W, com altitude média de 287 metros. As condições climáticas durante o período de desenvolvimento do trabalho estão representadas na figura 1.

A temperatura média no período foi de 26 °C, com umidade relativa em torno de 71,8%, a precipitação acumulada no período foi de 1026,8 mm. (Estação Climatológica-UFT, 2017).

Os frutos utilizados foram obtidos de Gurupi-TO, um total de 60 frutos, coletados em áreas de Cerradão, entre os meses de agosto a outubro de 2016, sob coleta manual daqueles já maduros no chão, foi também estabelecido como padrão de coleta, frutos com a coloração da casca amarronzada, diferindo dos imaturos que porventura estavam destacados das árvores por algum impacto mecânico e possuíam casca em tom verde-pálido.

Sessenta dias após a coleta dos frutos, iniciou-se o beneficiamento para obtenção das sementes utilizando martelo e suporte talhado em ferro, com reentrâncias em diferentes tamanhos para encaixe dos frutos. Para romper a casca dos frutos, foi empregada uma força perpendicular ao eixo longitudinal na lateral mais larga dos mesmos.

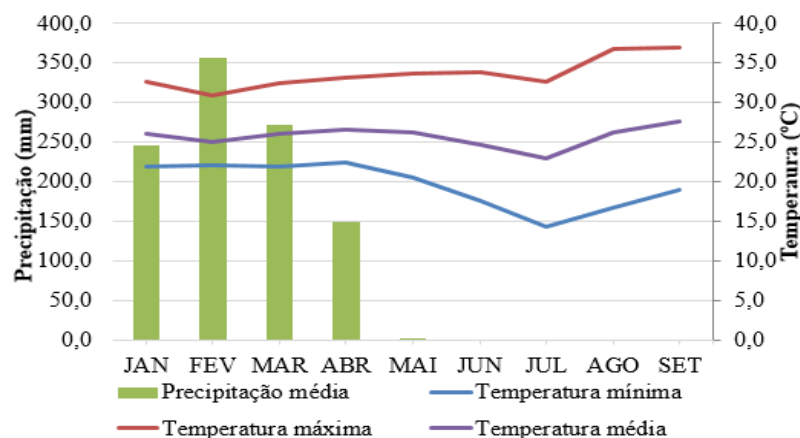


Figura 1. Dados climáticos do período experimental (janeiro de 2017 a setembro de 2017). Gurupi, TO.

A pré-germinação das sementes ocorreu em sementeira composta apenas por areia, medindo 2x2 metros, no mês de março de 2017, quarenta dias após foi feito o transplântio das plântulas para sacos de polietileno em três diferentes dimensões contendo substrato formado por areia (20%), palha de arroz carbonizada (10%) e terra de barranco (70%). Silva (2015).

Foram implantados e analisados três tratamentos: T1- Desenvolvimento das mudas em sacos de polietileno

de volume (20x30 cm); T2- Desenvolvimento das mudas em sacos de polietileno de volume (17x22 cm); T3- Desenvolvimento das mudas em sacos de polietileno de volume (15x20 cm) sob mesmas condições de irrigação, automática com horários específicos de rega, totalizando quatro irrigações por dia.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e dez repetições por tratamento, sendo uma planta por repetição acondicionadas

individualmente em cada recipiente. Na semeadura foram utilizadas duas sementes para cada plantio, e aos 40 dias após plantio, foi realizado o raleio no transplantio, deixando apenas uma muda para cada recipiente.

As mudas ficaram acondicionadas em casa de vegetação coberta com sombrite tendo 50% de interceptação da luminosidade e dispostas em bloco inteiramente ao acaso. Permaneceram no viveiro por um período de quatro meses e sempre que necessário foi feita a limpeza manual das plantas invasoras.

As avaliações dos caracteres morfológicos, foram realizadas aos 30, 60 e 120 dias após o transplantio, por meio da mensuração e análises das seguintes variáveis: altura, diâmetro do colo. Ao final do experimento foram obtidos os parâmetros peso da massa seca da raiz (MSR), peso da massa seca da parte aérea (MSPA) e peso da massa seca total (MST) onde, as raízes foram separadas da parte aérea lavadas em peneiras e em seguida foram acondicionadas em sacos de papel Kraft sequencialmente foram colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 72°C até a obtenção de peso constante.

Sequencialmente as plântulas foram pesadas em uma balança analítica eletrônica, com precisão de 0,01g. A massa seca total (MST) foi obtida através da soma das duas medições (MST=MSPA + MSR; g planta<sup>-1</sup>). Além disso, determinou-se a relação entre a massa seca da parte aérea e a massa seca do sistema radicular (RMSPAR = MSPA / MSR; g planta<sup>-1</sup>) e índice de qualidade de Dickson (IQD), definida pela expressão:  $IQD = MST / [(H / DC) + (MSPA / MSR)]$ .

As análises estatísticas foram realizadas pelo software Assistat 7.7, em que os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos utilizados foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para a coleta das variáveis fisiológicas, foi utilizado o analisador de gases infravermelho portátil (Irga - Infra Red Gas Analyser), modelo Li - 6400XT (Portable Photosynthesis System - LI) da LICOR, em datas semelhantes a coleta dos caracteres morfológicos.

No teste de curva de luz empregou-se um nível de irradiância saturante de 1500  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  de densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA), com temperatura do bloco calibrada a 28°C, dentro da câmara de medida que abrange uma área foliar de 6 cm<sup>2</sup> (2x3 cm).

As medidas foram realizadas coletando os seguintes dados: Fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), e concentração de carbono interno CO<sub>2</sub> (Ci). As respostas obtidas foram analisadas graficamente e comparadas de acordo com diferentes idades de transplantio.

## Resultados e discussão

As análises de variância dos caracteres silviculturais das mudas de *Dipteryx alata* Vog. produzidas em diferentes tamanhos de recipientes, para os resultados obtidos após o transplantio, com os dados de diâmetro do coleto (DC), altura (H) e relação altura x diâmetro do coleto (H/DC), estão apresentados na Tabela 01.

Foram constatadas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) para as variáveis diâmetro do coleto (DC), aos 30 e 120 dias após o transplantio, e altura (H) aos 120 dias após transplantio. Gonzaga et al. (2016), testando diferentes recipientes e substratos para produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) observou que em sacos de polietileno houve melhor desenvolvimento das mudas para altura (H), diâmetro do colo (DC) e também na relação altura x diâmetro do colo (H/DC).

**Tabela 1.** Valores obtidos aos 30, 60 e 120 dias após o transplantio de mudas de *Dipteryx alata* Vog. dos parâmetros: altura da planta (H - mm), diâmetro de coleto (DC -mm) e relação altura diâmetro (H/DC).

TRAT	30 DAT			60 DAT			120 DAT		
	DC	H	H/DC	DC	H	H/DC	DC	H	H/DC
T1	2,3 b	12,5 a	5,44 a	2,35 a	15,75 a	6,78 a	4,33 a	36,37 a	8,88 a
T2	2,67 ab	15,13 a	5,70 a	2,59 a	14,62 a	5,72 a	3,60 ab	24,75 b	6,90 a
T3	2,96 a	14,37 a	4,95 a	2,90 a	14,12 a	4,90 a	3,31 b	24,25 b	7,42 a
CV (%)	16,77	19,88	18,76	16,9	19,86	19,01	18,24	18,84	26,55
MÉDIA	2,65	14,00	5,36	2,61	14,83	5,80	3,75	28,45	7,74

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey, em que CV(%) - coeficiente de variação, submetidas aos tratamentos: T1 - Recipiente de maior volume (20x30 cm), T2 - Recipiente de volume médio (17x22 cm), T3 - Recipiente de menor volume (15x20 cm).



Faria et al. (2013), testando o volume de sacos de polietileno no desenvolvimento de mudas de mamoeiro em ambientes protegidos verificou que as mudas produzidas em sacos de menor volume sofreu com restrição ao desenvolvimento radicular e consequentemente, houve menor taxa do crescimento de impulso, assim como a disponibilidade de nutrientes nesses recipientes, resultado semelhante aos encontrados por Carvalho Filho et al. (2003) em mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) e Vallone et al. (2009) em mudas de café (*Coffea arabica* L.), demonstrando então que o tamanho do recipiente influencia o crescimento, desenvolvimento e qualidade inicial das mudas.

Vallone et al. (2009) e Correia et al. (2013), afirmam que mudas de espécies florestais e frutíferas obtêm melhores médias para as características avaliadas em recipientes de maiores volumes, portanto, quanto maior o volume do recipiente, menor é o número de replante, podendo ser associado então ao maior volume de raízes, diminuindo prováveis efeitos de seca que podem atingir o experimento.

Recipientes de maior volume geralmente são utilizados para espécies que apresentam crescimento lento e/ou que permanecerão mais tempo no viveiro. Haja visto que, alguns estudos demonstram que as diminuições do tamanho do recipiente causam restrição ao crescimento do sistema radicular, ocasionando menor altura das mudas assim como foi observado por Brachtvogel e Malavasi (2010) estudando *Peltophorum dubium*, resultado comprovado no experimento aos 120 dias após transplantio, onde as mudas tiveram maior desenvolvimento em altura nos recipientes de maior volume, correspondendo ao tratamento 1.

Cruz et al. (2016), testando a produção de mudas de Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes, observou que, as mudas produzidas independentes do tipo de substrato utilizado, tiveram um maior incremento em altura nos maiores recipientes, resultado semelhante ao verificado na condução do experimento, onde os indivíduos maiores em altura correspondem ao tratamento 1, cujo saco de polietileno era o de maior proporção (20x30 cm). Fato esse que pode estar relacionado com o maior espaço para deposição de substratos e condições para as plantas terem maior crescimento e desenvolvimento das raízes, refletindo assim em aumento na altura.

O diâmetro do colo é uma das características cuja análise permite indicar a capacidade de uma

muda sobreviver no campo, devendo ser utilizada como um dos melhores indicadores de padrão de qualidade (DANIEL et al., 1997). Carneiro (1995) relata que, quanto maior o diâmetro do coleto, melhor será o equilíbrio de crescimento da parte aérea, sendo que muitos pesquisadores indicam como ideais, valores próximos ou superiores a 6,4 mm para espécies florestais na fase de muda.

Resultado semelhante ao encontrado na condução do experimento, após 60 dias ao transplante, obteve valores aproximando-se do ideal para produção de mudas de espécies florestais, onde, com 120 dias, esse parâmetro foi positivamente influenciado pelo tamanho do recipiente, as mudas então passaram a apresentar valores de DC de 4,33 mm, no tratamento de maior recipiente (20x30 cm) aproximando-se do ideal proposto acima.

Cunha (2002), testando o desenvolvimento inicial de cafeeiros provenientes de mudas formadas em diferentes recipientes afirma que o diâmetro do caule, assim como a altura são influenciados pelo recipiente trabalhando no desenvolvimento de mudas.

No decorrer de todas as idades de avaliação durante a condução do experimento, não houve interação significativa entre a relação H/DC, corroborando com os resultados apresentados por Gasparin et al. (2014), ao testar a influência de substratos e do volume de recipientes na qualidade das mudas de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. em viveiro e no campo. Essa relação (H/DC) segundo Carneiro (1995), exprime um equilíbrio de crescimento relacionando esses dois parâmetros em apenas um índice, também chamado de quociente de robustez.

Quanto menor essa relação de altura versus diâmetro do colo melhor será, pois, fornece informações de quão delgada é a muda. Resultados que diferem do estudo realizado com mudas de *Dipteryx alata* Vog., pois, o melhor desenvolvimento da planta quanto a altura e diâmetro se deram no tratamento 1 que leva em consideração o maior tamanho do recipiente, porém essa relação (HxDC) de acordo com a literatura foi melhor obtida no tratamento 3 (15x20 cm) aos 30 e 60 dias, e no tratamento 2 (17x22) aos 120 dias após transplantio.

A característica massa seca é uma característica que está associada com maior percentual de sobrevivência das mudas no momento do transplantio, isso ocorre porque a planta se torna mais tolerante a perda de água, resistindo por mais tempo a algum possível estresse que venha sofrer pós transplantio. Antoniazzi et al. (2013), ao trabalhar com mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) constataram que mudas

produzidas em sacos plásticos grandes e pequenos proporcionaram maior acúmulo de massa.

**Tabela 2:** Valores obtidos aos 120 dias de transplante de *Dipteryx alata* Vog. produzidas em diferentes tamanhos de recipientes, onde MSPA - Massa seca da parte aérea, MSR - massa seca de raízes, MST - massa seca total, MSPA/MSR - relação massa seca de raízes massa seca da parte aérea e IQD - índice de qualidade de Dickson.

TRAT	MSPA	MSR	MSPA/MSR	MST	IQD
T1	4.86 a	3.30 a	1.40 ab	8.17 a	0.93 a
T2	2.50 ab	2.27 ab	1.10 b	4.77 ab	0.59 a
T3	2.10 b	1.39 b	1.70 a	3.49 ab	0.39 a
CV(%)	64.32	53.33	29.36	58.7	71.36
MÉDIA	3.15	2.32	1.4	5.48	0.64

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey, em que CV(%) - coeficiente de variação, submetidas aos tratamentos: T1 - Recipiente de maior volume (20x30 cm), T2 - Recipiente de volume médio (17x22 cm), T3 - Recipiente de menor volume (15x20 cm).

Vargas et al. (2011), testando os efeitos da mudança de recipientes em viveiro na qualidade de mudas de *Cassia leptophylla* Vogel, *Eugenia involucrata* DC. e de *Cedrella fissilis* Vell observou diferenças significativas para massa seca de raiz após 180 dias de semeadura alocadas em sacos plásticos após transplante, resultado semelhante ao encontrado com as mudas de *Dipteryx alata* Vog. ao final do experimento, com 120 dias após transplante.

Cruz et al. (2016), também obteve melhores resultados para massa seca de raiz na produção de mudas de Umbuzeiro em diferentes substratos e tamanhos de recipientes para os recipientes de maior volume, corroborando com os resultados obtidos pelo experimento conduzido com mudas de baru.

De acordo com Freitas et al. (2013), a massa seca da parte aérea e a do sistema radicular são características relevantes a serem avaliadas, principalmente e regiões que apresentam déficit hídrico, pois, quando bem desenvolvidas essas variáveis garantem sobrevivência e crescimento da planta após o plantio. Mudas de *Pinus taeda* (DOBNER JÚNIOR et al., 2013) quando produzidas em recipientes de menor volume também apresentou valores menores de massa seca da parte aérea, da raiz e total.

Ao avaliar a massa seca da parte aérea, pode-se notar que os melhores valores alcançados foram para as mudas do tratamento 1 ao final do experimento, sendo os mais significativos a partir do teste de Tukey a 5% de probabilidade de confiança, semelhante aos resultados encontrados por Almeida et al. (2014), ao analisar a qualidade de mudas de *Croton floribundus* Spreng., verificaram que a massa seca da parte aérea sofre influência do volume dos recipientes e para a produção de mudas de qualidade, os recipientes de maior volume tem uma grande contribuição.

Silva (2012), obteve resultados semelhantes ao testar recipientes (vasos plásticos e sacos plásticos) sob características vegetativas, assim como MSR, MSPA/MSR, IQD e H aos 120 dias após a semeadura. Reis et al. (1989) e Marschner (1995), alegam que a inibição do crescimento da parte aérea das mudas em decorrência da restrição radicular, provavelmente é um processo regulado por sinais hormonais enviados pelas raízes.

O efeito dos recipientes apresentou diferenças significativas no desenvolvimento do trabalho, o tratamento 3 (15x20 cm), menor volume, obteve as melhores médias para a relação MSPA/MSR. Esta relação exprime a ideia de robustez da planta (baixo valor) em contraste com o aspecto delgado (alto valor), verificado quanto cultivada em altas densidades (RITCHIE et al., 2010).

Dessa forma, a relação MSPA/MSR expressa o equilíbrio de crescimento da muda, considerando que relações menores indicam a maior capacidade das mudas sobreviverem e se estabelecerem no campo (GOMES e PAIVA, 2004). Resultado contrário ao encontrado na produção das mudas de *Dipteryx alata* Vog. cujo menores valores estão nos recipientes de maior tamanho, com relação MSPA/MSR menor, e de acordo com o teste de medias aplicado, foi o tratamento menos indicado de acordo com essa variável.

Segundo Pinto et al. (2016), o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) é uma fórmula balanceada, incluindo as relações dos parâmetros morfológicos, tendo esse índice de qualidade sido desenvolvido por Dickson et al. (1960), trabalhando com mudas de *Picea glauca* e *Pinus monficola*.

O IQD possibilita calcular o índice de qualidade de mudas, haja visto que leva em consideração a robustez e a distribuição da biomassa das mesmas, considerando vários parâmetros fisiológicos importantes, como altura, diâmetro, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e total. Quanto maior o IQD, melhor a qualidade da muda produzida (SOUZA et al., 2017).

Observando a tabela 2, verifica-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos, porém, ao avaliar o efeito do tamanho do recipiente no desenvolvimento das mudas foi constatado que os maiores valores de IQD residiram nos sacos de maior volume caracterizando o tratamento 1.

Todas as mudas apresentaram IQD inferiores a 1,0, resultado semelhante ao encontrado por Silva (2015), ao testar a produção e crescimento de mudas de baruzeiro em função de recipientes e lâminas de irrigação, isto devido à baixa de massa seca total e massa seca de raiz, em relação a parte aérea e à altura. Essas características são peculiares à idade e à espécie *Dipteryx alata* Vog., que apresenta maior emissão de folíolos e massa seca da parte aérea nos primeiros 45 dias de crescimento, em função das reservas de aleurona nos cotilédones (SANO et al., 2004).

Ao avaliar fatores que interferem no crescimento de mudas, a análise inicial deve ser realizada a fim de verificar se estes causam redução de sobrevivência das plantas. A sobrevivência é de suma importância, uma vez que, mesmo apresentando menor crescimento, a muda ainda pode ser recuperada por meio de técnicas utilizadas pelo viveirista.

Para então conhecer o melhor comprimento de onda de luz nas análises das trocas gasosas nas mudas de *Dipteryx alata* Vog. foram feitas análises da capacidade fotossintética de três plantas escolhidas de acordo com parâmetros visuais. Estimou-se então seis comprimentos de onda luminosa, avaliando a capacidade fotossintética em cada um deles, então, foi possível observar que a partir do comprimento 1500nm de luz, a resposta das mudas de baru, ao estímulo luminoso permaneciam constantes.

De acordo com Taiz e Zeiger (2010), um espectro de ação para fotossíntese pode ser construído a partir a partir de medições da liberação de oxigênio em diferentes comprimentos de onda. Plantas que respiram mais intensamente necessitam de maior quantidade de radiação para atingir o ponto de compensação luminosa, após isso, a absorção de CO<sub>2</sub> aumenta linearmente, obedecendo uma proporcionalidade direta entre disponibilidade de radiação e rendimento fotossintético (LARCHER, 2004).

Sob radiação intensa não há aumento significativo do trabalho fotossintético, neste caso, o processo de fotossíntese está saturado pela radiação, sendo assim, a velocidade de absorção de CO<sub>2</sub> não

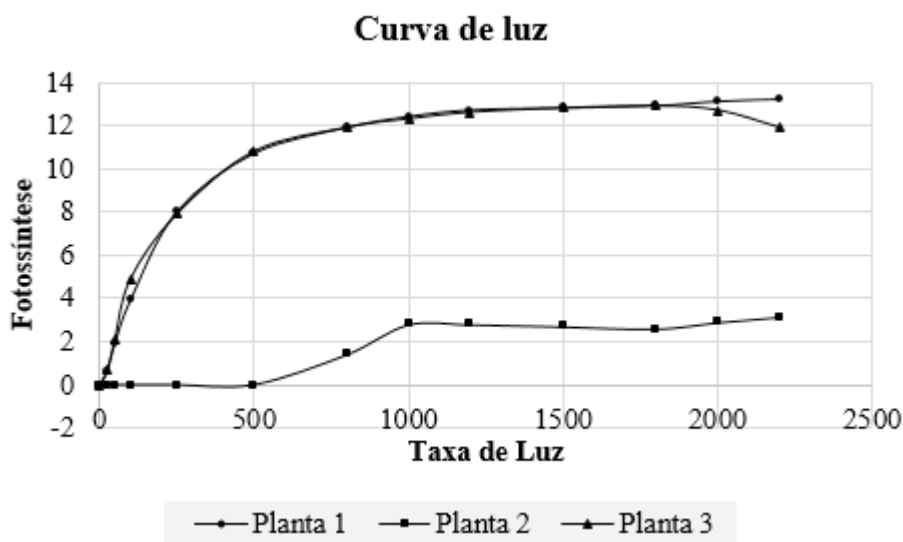


Figura 2. Curva diária de fotossíntese (A) em três diferentes materiais de baru nas condições de cerrado do Tocantins. Fonte: Própria autora, 2017.

é mais limitada pelas reações fotoquímicas, mas sim por reações enzimáticas e pela disponibilidade de CO<sub>2</sub>. Fato comprovado na condução do experimento, em que a partir do comprimento de onda 1500 nm

não houve mais atividade fotossintética significativa para as plantas 1 e 3 e a partir de 1000 nm, a planta 2 não respondeu de forma linear crescente para a mesma variável.

As variáveis, capacidade fotossintética A ( $\text{mmolCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) e transpiração E ( $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), de mudas de baru em diferentes idades de transplântio, estão representadas nas figuras 3 e 4, respectivamente. Em ambas, o tratamento 1 de maior recipiente (20x30 cm) apresentou valores mais significativos mediante as três idades de análise, sendo esse valor comprovado na última análise (A3), feita aos 120 dias após o transplântio.

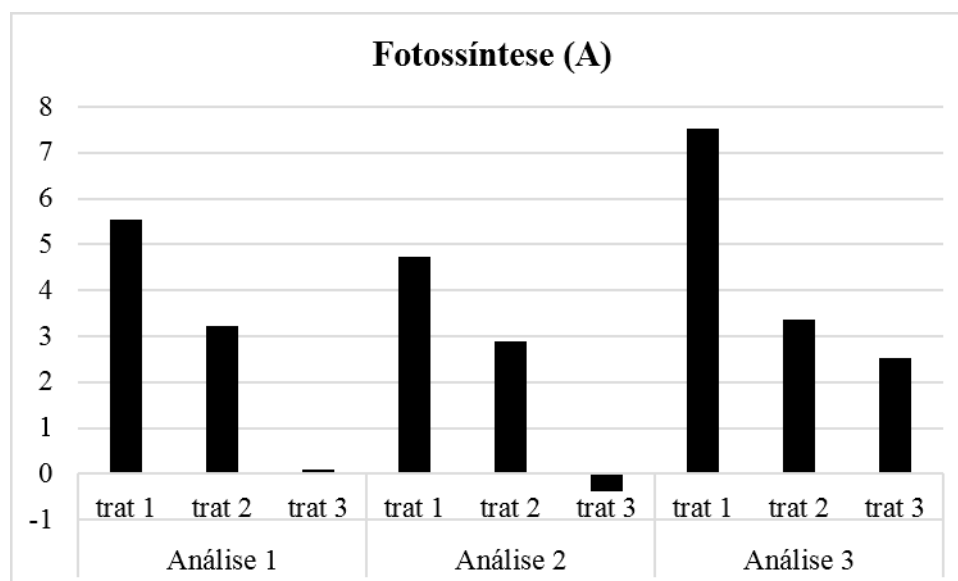
Sob condições térmicas, o rendimento fotossintético é limitado principalmente pela inclinação dos raios solares. Na natureza, os fatores ambientais não exercem suas influências isoladamente, mas em interação uns com outros, essa resposta em relação a uma interação de fatores é diferente da resposta a um fator isolado (LARCHER, 2004).

O tamanho dos recipientes influencia significativamente no desenvolvimento da parte aérea devido à restrição radicular em recipientes de menor volume, não tendo perspectiva de crescimento para

raízes, nem absorção de nutrientes, influenciando também na absorção hídrica o crescimento da parte aérea então fica comprometido. Reis et al. (1989), trabalhando com *Eucallyptus* sp. afirmam que a forma, distribuição e profundidade das raízes dependem do ambiente e também do potencial genético de cada espécie, porém, impedimentos químicos ou físicos dificultam o pleno desenvolvimento das raízes.

A associação de fatores como estresse hídrico e altas temperaturas foliares reduzem drasticamente o crescimento e desenvolvimento das plantas, uma vez que, a assimilação de  $\text{CO}_2$  está vinculada com uma alta demanda de água e as mesmas requererem abastecimento de água suficiente para o seu crescimento, além de tornarem mais difícil o sucesso no estabelecimento das plantas na fase juvenil (LIBERATO et al., 2006).

Morais (2017) estudando as trocas gasosas de plantas jovens de taxi-branco submetidas à variação de temperatura foliar e suspensão na irrigação, verificou que o aumento da temperatura



**Figura 3.** Fotossíntese líquida de mudas de baru, aos 30, 60 e 120 dias após o transplântio em diferentes tamanhos de recipientes.

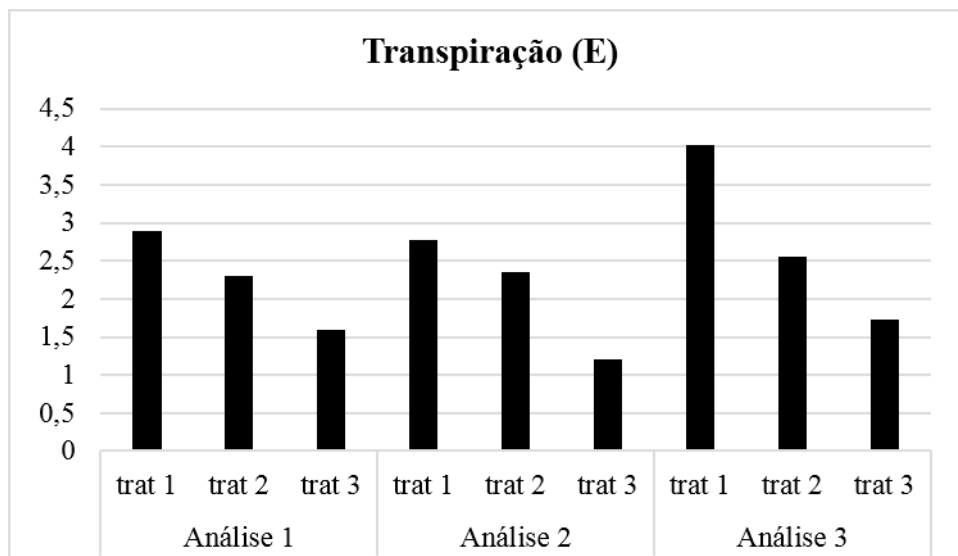
influenciou significativamente a taxa transpiratória. Resultado semelhante ao encontrado nas mudas de *Dipteryx alata* Vog. quanto maior o desenvolvimento da parte aérea, e mais quentes eram os dias, a taxa transpiratória se elevou proporcionalmente.

Larcher (2004), afirma que a transpiração é regulada proporcionalmente pela abertura estomática, assim, a planta é capaz de modular as

taxas transpiratórias de acordo com as possibilidades e necessidades de seu balanço hídrico. No interior do órgão vegetal o vapor de água origina-se das paredes das células e fica limitado aos espaços intercelulares, nesse caso, primeiramente a água passa do estado líquido para o gasoso e logo após escapa para o exterior pelo aparato estomático.

A sazonalidade dos elementos climáticos como





**Figura 4.** Transpiração (E) de mudas de baru, aos 30, 60 e 120 dias após o transplântio em diferentes tamanhos de recipientes.

temperatura, radiação solar, umidade relativa do ar podem alterar o comportamento fisiológico dos vegetais e, conseqüentemente, o crescimento e desenvolvimento dos mesmos, uma vez que 90% da produção biológica das plantas ocorre em resposta a atividade fotossintética (FLOSS, 2004; AMARAL et al., 2006).

O conteúdo de água no solo e nos tecidos das plantas, a temperatura do ar, a intensidade luminosa, a concentração de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) no ar, são fatores que interferem no processo fotossintético (MARENCO e LOPES, 2005), desde abertura dos estômatos, influenciando assim o processo transpiratório.

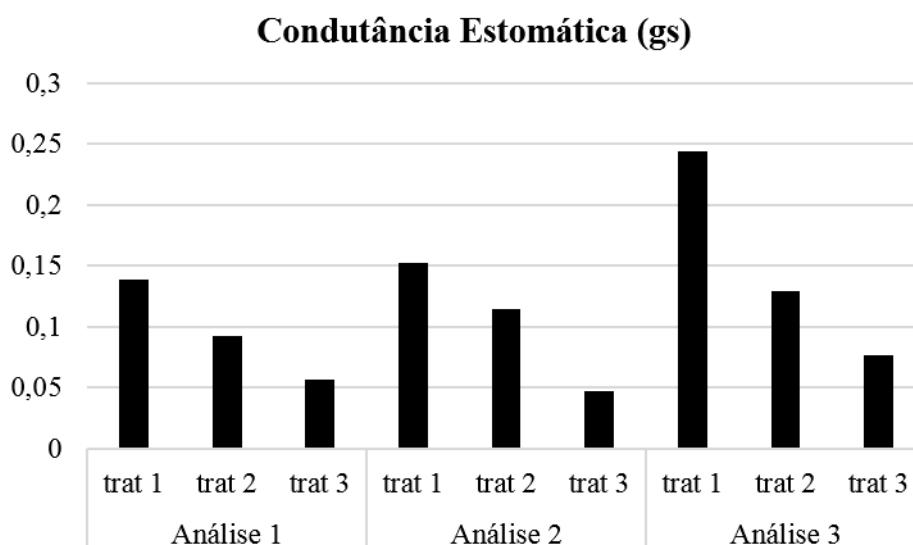
A condutância estomática das mudas de baru em diferentes tamanhos de recipientes (FIGURA 5) em datas distintas de avaliação apresentou diferenças quanto ao tamanho do recipiente, como também à idade de avaliação, os valores mais expressivos foram constatados para as mudas acondicionadas nos maiores recipientes (20x30 cm), tratamento 1, assim como o valor mais significativo foi obtido na avaliação 3, aos 120 dias após o transplântio.

De acordo com Larcher (2004), estudando os mecanismos de trocas gasosas, dando ênfase a condutância estomática diz que a condutância é o inverso da resistência estomática, processo no qual há um retardamento da velocidade das moléculas que participam das trocas gasosas, no qual o aparato estomático tem um papel decisivo para a entrada dos

gases, assim, quando os estômatos estão totalmente abertos, o valor da resistência fica em função do tamanho e da densidade estomática.

No processo de condutância estomática (g<sub>s</sub>), há uma relação direta com a abertura do poro estomático, onde, a maior abertura que ocorre no poro estomático depende do formato e das propriedades da parede celular, determinando o limite máximo da taxa do fluxo de entrada de um gás. Essa taxa é expressa numericamente como condutância estomática máxima. A capacidade de abertura dos estômatos é maior em folhas de plantas herbáceas dicotiledôneas, árvores decíduas com copas abertas e árvores de floresta tropical. Por outro lado, a condutância é particularmente baixa em plantas lenhosas com folhas grossas e duras (LARCHER, 2004).

O mesmo autor ainda afirma que o grau de abertura estomática se ajusta continuamente às oscilações dos fatores ambientais, mas o comportamento das células fechadoras depende de sua reatividade endógena. Em geral, a inter-relação com os fatores externos resulta em um grau de abertura intermediário do poro estomático. Somente por pouco tempo os estômatos permanecem totalmente abertos, pois raramente as condições favoráveis à abertura estomática podem ser encontradas todas ao mesmo tempo. No entanto, situações extremas, as quais forçam o fechamento



**Figura 5.** Condutância estomática de mudas de baru aos 30, 60 e 120 dias após o transplântio em diferentes tamanhos de recipientes.

completo dos estômatos por tempo prolongado, são eventos comuns, especialmente durante a seca.

### Conclusões

As análises de crescimento e incremento em matéria seca demonstraram que a espécie *Dypteryx alata* Vog responde melhor quando acondicionada em recipientes de maior volume.

As mudas de baru retardaram seu desenvolvimento na época seca, apresentando incrementos de menor amplitude.

Em relação aos parâmetros fisiológicos, a capacidade fotossintética é maior, quanto mais desenvolvida é a parte aérea, apresentando relação direta com as raízes, o maior incremento em folhas e caule, reflete na melhor capacidade fotossintética mesmo em épocas secas.

### Referências

- ALMEIDA, R. S. de; MAYRINCK, R. C.; ZANINI, A. M.; DIAS, B. A. S.; BARONI, G. de R. Crescimento e qualidade de mudas de *Croton floribundus* Spreng. em diferentes recipientes e substratos. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.19; p. 672 - 683, 2014.
- AMARAL, J. A. T.; RENA, A. B.; AMARAL, J. F. T. Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro e suas relações com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p. 377-384, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2006000300002>
- ANTONIAZZI, A. P.; BINOTTO, B.; NEUMANN, G. M.; SAUSEN, T. L.; BUDKE, J. C. Eficiência de recipientes no desenvolvimento de mudas de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, v.11, n. 3, p. 313-317, 2013.
- BENTO, A. P. N.; COMINETTI, C.; SIMÕES FILHO, A.; NAVES, M. M. V. Baru almond improves lipid profile in mildly hypercholesterolemic subjects: A randomized, controlled, crossover study. **Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases**, v. 24, n. 12, p. 1330- 1336, 2014. DOI: 10.1016/j.numecd.2014.07.002.
- BRACHTVOGEL, E. L.; MALAVASI, U. C. Volume do recipiente, adubação e sua forma de mistura ao substrato no crescimento inicial de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert em viveiro. **Revista Árvore**, v. 34, n. 2, p.223-232, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000200004>.

- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. 1. ed. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995, 451 p.
- CARNEIRO, V. A.; GOMES, H. B.; NASSER, M. D.; RESENDE, H. G. O Baru (*Dipteryx alata* Vog.) como exemplo de incremento de renda e de sustentabilidade de comunidades rurais no cerrado goiano: um relato de experiência via seminários da disciplina "Sistemas Agrários de Produção e Desenvolvimento Sustentável". **Revista InterAtividade**, v. 2, n. 2, p. 42- 52, 2014.
- CARVALHO FILHO, J. L. S. de; ARRIGONI-BLANK, M. de F.; BLANK, A.F.; RANGEL, M. S. A. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Cerne**, v. 9, n. 1, p. 111-121, 2003.
- CORREIA, A. C. G.; SANTANA, R. C.; OLIVEIRA, M. L. R.; TITON, M.; ATÁIDE, G. M.; LEITE, F. P. Volume de substrato no desempenho de mudas clonais de eucalipto após o plantio. **Cerne**, v. 19, n. 2, p. 185-191, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602013000200002>.
- COSTA, G. F.; MARENCO, R. A. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*). **Acta Amazonica**, v. 37, n. 2, p. 229-234, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672007000200008>
- CRUZ, F. R. DA S.; ANDRADE, L. A. DE; FEITOSA, R. C. Produção de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) em diferentes substratos e tamanho de recipientes. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 69-80, 2016. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509821092>.
- CUNHA, N. R. da S., LIMA, J. E de., GOMES, M. F de., BRAGA, M. J. A Intensidade da exploração agropecuária como indicador na degradação ambiental na região dos Cerrados, Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, n. 2, p. 257-290, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032008000200002>
- CUNHA, R. L.; SOUZA, C. A. S.; NETO, A. A.; MELO, B.; CORREIA, J. F. Avaliação de substratos e tamanho de recipientes na formação de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 1, p. 7-12, 2002.
- DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; ALOVISI, A. A.; MAZZOCHIN, L.; TOKURA, A. M.; PINHEIRO, E. R. P.; SOUZA, E. F. Aplicação de fosforo em mudas de *Acacia mangium* willd. **Revista Árvore**, v. 21, n. 2, p. 163-168, 1997.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, p.10-13, 1960.
- DOBNER JR, M.; TRAZZI, P. A.; HIGA, A. R.; SEITZ, R. A. Influência do volume do tubete e do método de plantio no crescimento de um povoamento de *Pinus taeda* aos nove anos de idade. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 97, p. 007-014, 2013.
- DUZ, S. R. et al. Crescimento inicial de três espécies arbóreas da Floresta Atlântica em resposta à variação na quantidade de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 3, p. 587-596, 2004
- FARIA, T. A. C.; COSTA, E.; OLIVEIRA, L. C.; SANTO, T. L. E.; SILVA, A. P. Volume of polyethylene bags for development of papaya seedlings in protected environments. **Engenharia Agrícola**, v. 33, n. 1, p. 11-18, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162013000100002>.
- FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**. 1.ed.Passo Fundo: UPF, 2004. 536 p.
- FREITAS, T. A. S.; FONSECA, M. D. S.; SOUZA, S. S. M.; LIMA, T. M.; MENDONÇA, A. V. R. Crescimento e ciclo de produção de mudas de *Eucalyptus* em recipientes. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 76, p. 419-428, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.4336/2013.pfb.33.76.575>
- GASPARIN, E.; AVILA, A. L.; ARAUJO, M. M.; CARGNELUTTI FILHO, A.; DORNELES, D. U.; FOLTZ, D. R. B. Influência do substrato e do volume de recipiente na qualidade das mudas de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. em viveiro e no campo. **Revista Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 553-563, 2014. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509815731>
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais (propagação sexuada)**. Viçosa: UFV, 3 ed., 2004. 116 p.
- GONZAGA, L. M.; SILVA, S. S.; CAMPOS, S. A.; FERREIRA, R. P.; CAMPOS, A. N. R.; CUNHA, A. C. M. C. M. Recipientes e substratos na produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 6, n. 1., p. 64-73, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.21206/rbas.v6i1.309>.
- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 148-155, 2005.

- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. (Trad). PRADO, C. H. B. A.; FRANCO, A.C. 1 ed. SÃO CARLOS, SP, 2004. 531 p.
- LIBERATO, M.A.R.; GONÇALVES, J.F.C.; CHEVREUIL, L.R.; NINA JUNIOR, A.R.; FERNANDES, A.V.; SANTOS JUNIOR, U.M. Leaf water potential, gas exchange and chlorophyll a fluorescence in acariquara seedlings (*Minquartia guianensis* Aubl.) under water stress and recovery. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.18, p.315-323, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202006000200008>
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1995. 148p.
- MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. 3 ed. Editora UFV, Viçosa. 2009. 486 p.
- MYERS, N. R. A. MITTERMEIER, C. G. MITTERMEIER, G. A. B. FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, n. 1. p. 853-858, 2000. Doi: 10.1038/35002501.
- MORAIS, R. R.; ROSSI, L. M. B.; HIGA, R. C. V. Trocas gasosas de plantas jovens de Taxi-Branco submetidas à variação de temperatura foliar e suspensão da irrigação. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 1, p. 97-104. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509826450>.
- PINTO, A. V. F.; ALMEIDA, C. C. S.; BARRETO, T. N. A.; SILVA, W. B.; PIMENTEL, D. J. O. Efeitos de substratos e recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.F. Ex S.Moore. **Revista Biociências**, v. 22, n. 1, p. 100-109, 2016.
- REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; MAESTRI, M.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. M. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**, v. 13, n. 1, p. 1-18, 1989.
- RITCHIE, G.A. et al. **Assessing plant quality**. In: LANDIS, T.D. et al. Seedling processing, storage and outplanting. Washington, DC: US Department of Agriculture Forest Service, v. 7, cap. 2, p.17-81, 2010.
- SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. de. **Baru: biologia e uso**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004, 52 p.
- SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environ Monit Assess**, v. 166, n. 1, p.113-124, 2010. Doi: 10.1007/s10661-009-0988-4.
- SILVA, J.A.; SILVA, D.B. da; JUNQUEIRA, N.T.V.; ANDRADE, L.R.M. de. **Coleta de sementes, produção de mudas e plantio de espécies frutíferas nativas dos cerrados: informações exploratórias**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1997. 23p. (Embrapa-CPAC. Documentos, 44).
- SILVA, C. A. da. **Desenvolvimento inicial de três espécies nativas do Cerrado em função de lâminas de irrigação e tamanhos de recipiente**. 2012. 175 f. Tese (Doutorado em Ciências: Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.
- SILVA, C. J.; SILVA, C. A.; FREITAS, C. A.; GOLYNSKI, A.; GOLYNSKI, A. A. Produção e crescimento de mudas de baruzeiro em função de recipientes e lâminas de irrigação. **Irriga**, v. 20, n. 4, p. 652-666, 2015.
- SOUZA, L. P.; NOBRE, R. G.; SILVA, E. M.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A. Produção de porta-enxerto de goiabeira cultivado com águas de diferentes salinidades e doses de nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 8, n. 4, p. 596-604, 2017.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 819p.
- VALLONE, H. S.; GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S.; DIAS, F. P.; CARVALHO, A. M. Recipientes e substratos na produção de mudas e no desenvolvimento inicial de cafeeiros após o plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 5, p. 1327-1335, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000500019>.
- VARGAS, F. S.; REBECHI, R. J.; SCHORN, L. A.; FENILLI, T. A. B. Efeitos da mudança de recipiente em viveiro na qualidade de mudas de *Cassia leptophylla* Vogel, *Eugenia involucrata* DC. e de *Cedrela fissilis* Vell. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 9, n. 2, p. 169-177, 2011.