



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL BAIANO *CAMPUS* GUANAMBI

EDNEI DE SOUZA PIRES

**CRESCIMENTO DE MUDAS DE UMBUZEIRO SOB DOSES
CRESCENTES DE GIBERELINA**

GUANAMBI
BAHIA – BRASIL

2018



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL BAIANO *CAMPUS* GUANAMBI

EDNEI DE SOUZA PIRES

**CRESCIMENTO DE MUDAS DE UMBUZEIRO SOB DOSES
CRESCENTES DE GIBERELINA**

Dissertação apresentada ao Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Campus Guanambi, como parte das exigências do Curso de mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido, para obtenção do título de Mestre Profissional.

GUANAMBI
BAHIA – BRASIL

2018

Ficha catalográfica

P667c Pires, Ednei de Souza

Crescimento de mudas de umbuzeiro sob doses crescentes de giberelina/ Ednei de Souza Pires. -- Guanambi, BA, 2018.

Orientador: Prof. D.Sc. Fábio Santos Matos.

Dissertação (Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano Campus Guanambi, 2018.

1. Ácido giberélico. 2. Fisiologia. 3. Reguladores de crescimento. 4. *Spondias tuberosa*. I. Título.

CDU: 634



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO



TERMO DE APROVAÇÃO
DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

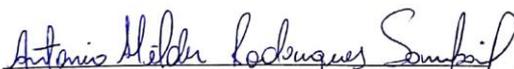
CRESCIMENTO DE MUDAS DE UMBUZEIRO SOB
DOSES CRESCENTES DE GIBERELINA

por

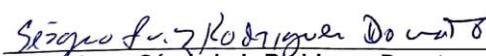
EDNEI DE SOUZA PIRES

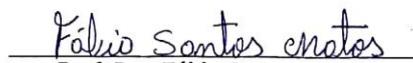
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado às 08 horas 00 min. do dia 17 de maio de 2018 como requisito para a conclusão do Curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – Campus Guanambi. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:


Prof. Dr. Antônio Hélder Rodrigues Sampaio
Membro da Banca – IF Baiano


Prof. Dr. Alessandro de M. Arantes
Membro da Banca – IF Baiano


Prof. Dr. Sérgio Luiz Rodrigues Donato
Membro da Banca – IF Baiano


Prof. Dr. Fábio Santos Matos
Orientador – IF Baiano

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
INTRODUÇÃO.....	7
MATERIAL E MÉTODOS.....	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
CONCLUSÕES	18
REFERÊNCIAS	18

CRESCIMENTO DE MUDAS DE UMBUZEIRO SOB DOSES CRESCENTES DE GIBERELINA

Ednei de Souza Pires⁽¹⁾, Fabio Santos Matos⁽²⁾, Camila Lariane Amaro⁽³⁾, Igor Alberto Silvestre Freitas⁽³⁾, Gabriel Henrique Ferreira de Lima⁽³⁾ e Eduardo Luis de Oliveira Ganem⁽⁴⁾.

Resumo: Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o crescimento de mudas de umbuzeiro submetidas à doses crescentes de ácido giberélico (GA₃). O experimento foi conduzido no campo experimental da Universidade Estadual de Goiás, Campus Ipameri, Goiás. As mudas de *Spondias tuberosa* aos 70 dias após a emergência foram transplantadas para vasos de polietileno com volume de oito litros contendo substrato composto por Latossolo Vermelho-Amarelo, areia e esterco na proporção de 3:1:0,5, respectivamente. Cinco tratamentos, concentrações de ácido giberélico (GA₃) de 0 mg L⁻¹; 100 mg L⁻¹; 200 mg L⁻¹; 300 mg L⁻¹ e 400 mg L⁻¹, foram dispostos num delineamento inteiramente casualizado com seis repetições e parcela de uma planta útil. Foram utilizados 30 ml de GA₃ em aplicação única via foliar com auxílio de borrifador manual nas plantas de umbuzeiro com 250 dias de idade. Aos 30 dias após a imposição dos tratamentos as plantas foram analisadas. A aplicação de giberelina proporcionou ajuste morfofisiológico para altura de planta, diâmetro do caule, densidade estomática, área foliar e comprimento do xilopódio, excetuando-se o diâmetro do xilopódio. As doses de GA₃ incrementaram principalmente a parte aérea (altura de planta, diâmetro do caule e área foliar) e na parte subterrânea (comprimento do xilopódio e área das raízes), resultando em um maior acúmulo de biomassa. O uso de ácido giberélico (GA₃) em doses crescentes influenciaram positivamente o crescimento de mudas de umbuzeiro, expresso pela altura, área foliar e biomassa total.

Termos para indexação: Ácido giberélico. Fisiologia. Reguladores de crescimento. *Spondias tuberosa*.

¹Discente do Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido - Instituto Federal Baiano - Campus Guanambi, Distrito de Ceraima, Caixa Postal 009, 46430-000, Guanambi (BA), Brasil. ednei.agro@hotmail.com

²Engenheiro Agrônomo, Dr. Professor do Curso de Agronomia e Engenharia Florestal, Universidade Estadual de Goiás – Campus Ipameri, Rodovia GO-330, Km 241 Anel Viário. Cep: 75780-000. Ipameri (GO), Brasil. fabio.agronomia@hotmail.com

³Engenheira Florestal, Mestre em Produção Vegetal, Universidade Estadual de Goiás – Campus Ipameri, Rodovia GO-330, Km 241 Anel Viário. Cep: 75780-000. Ipameri (GO), Brasil. camila.lariane@gmail.com

³Mestrando em Produção Vegetal, Universidade Estadual de Goiás – Campus Ipameri, Rodovia GO-330, Km 241 Anel Viário. Cep: 75780-000. Ipameri (GO), Brasil. l.villasboass@gmail.com

³Graduando em Engenharia Agrônoma, Universidade Estadual de Goiás – Campus Ipameri, Rodovia GO-330, Km 241 Anel Viário. Cep: 75780-000. Ipameri (GO), Brasil. gabriellhf.agro@gmail.com

⁴Engenheiro Agrônomo, Mestre em produção vegetal. Professor do Curso Técnico em Agroecologia, Centro Territorial de Educação Profissional, Rua Estrada do Bem Querer Km 4, 72. Universitário, Vitória da Conquista. (BA), Brasil. eganem90@gmail.com

GROWTH OF UMBUZEIRO CHANGES UNDER GROWING DOSES OF GIBBERELINA

Abstract: The objective of this work was to evaluate the growth of umbuzeiro seedlings submitted to increasing doses of gibberellic acid (GA₃). The experiment was conducted in the experimental field of the State University of Goiás, Campus Ipameri, Goiás. The seedlings of *Spondias tuberosa* at 70 days after emergence were transplants for polyethylene pots with volume of eight liters containing substrate composed of Red-Yellow Latosol, sand and manure in the ratio of 3: 1: 0.5, respectively. Five treatments, concentrations of gibberellic acid (GA₃) of 0 mg L⁻¹; 100 mg L⁻¹; 200 mg L⁻¹; 300 mg L⁻¹ and 400 mg L⁻¹, were arranged in a completely randomized design with six replicates and a plot of a useful plant. 30 ml of GA₃ were used in single application via foliar spraying with the aid of hand sprayer in 250-day old umbuzeiro plants. At 30 days after the imposition of the treatments the plants were analyzed. The application of gibberellin provided a morphophysiological adjustment for plant height, stem diameter, stomatal density, leaf area and length of xylopodium, except for the diameter of xylopodium. The GA₃ doses increased mainly the aerial part (plant height, stem diameter and leaf area) and in the underground part (length of xylopodium and root area), resulting in a greater accumulation of biomass. The use of gibberellic acid (GA₃) in increasing doses positively influences the growth of umbuzeiro seedlings, expressed by height, leaf area and total biomass.

Index terms: Gibberellic acid. Physiology. Growth regulators. *Spondias tuberosa*.

1. INTRODUÇÃO

A fruticultura brasileira é um segmento de destaque tanto pela produção de frutas *in natura* quanto pela industrialização de sucos e néctares. O Brasil é terceiro maior produtor mundial de frutas. O setor de fruticultura responde por 27% de toda mão-de-obra destinada a agricultura (ABF, 2016).

A diversidade edafoclimática permite o cultivo de diferentes espécies frutíferas no Brasil, o país destaca-se na exportação de mamão, manga, banana, uva, limão e suco concentrado de laranja (OECD/FAO, 2015). Apesar dos números positivos, o segmento pode gerar mais riquezas a partir da exploração comercial de espécies nativas como o umbuzeiro (*Spondias tuberosa*).

O umbuzeiro é uma frutífera pertencente à família Anacardiaceae, nativa de regiões semiáridas do Nordeste brasileiro, sendo encontrada em toda a região do polígono das secas no território nacional. Desenvolve-se bem em regiões de baixa pluviosidade, variando de 400 a 800 mm (MERTENS et al., 2015; FONSECA, 2015; PAULA et al.,

2012). A planta apresenta porte arbóreo de aproximadamente 7 m de altura e copa de até 12 m de diâmetro. Trata-se de uma espécie xerófila e caducifólia, adaptada ao calor e a solos com diferentes níveis de fertilidade e aptidão agrícola (MERTENS et al., 2015; PAULA et al., 2012).

As folhas do umbuzeiro são compostas, pecioladas, alternas e imparipenadas com quatro a sete jugas. Os folíolos são curtos peciolados, oblongo-ovalados, com base obtusa ou cordada, ápice agudo ou obtuso, com cerca de 2 a 4 cm de comprimento, 2 a 3 cm de largura e margens serrilhadas ou inteiras lisas (GOMES, 1989; LEÓN, 1987; PIRES, 1990).

As flores estão reunidas em inflorescências terminais, do tipo panícula, composta por nove fascículos opostos, que contêm, em média 11 flores. O tamanho e o número do fascículo diminui da base para o ápice da inflorescência. As inflorescências são compostas por 50% de flores hermafroditas e 50% de flores funcionalmente masculinas, que apresentam gineceu rudimentar, sendo a espécie considerada andromonoica (PIRES, 1986).

O fruto do umbuzeiro é uma drupa, de superfície lisa com casca de cor amarelo-esverdeada, diâmetro de 2 a 4 cm, massa entre 10 e 20 g, forma arredondada a ovalada, constituída por casca (22%), polpa (68%) e caroço (10%) (PAULA et al., 2012). Atualmente alguns produtores da região sudoeste da Bahia estão plantando o “Umbu Gigante” que produz frutos com até 150 g.

A demanda por frutos de umbuzeiro é grande no Nordeste brasileiro sendo apreciado em feiras livres de diversos estados e consumido *in natura* na forma de umbuzada, doces, geleias e sorvetes, despertando o interesse das pequenas indústrias de processamento de polpa de frutas e gerando uma nova fonte de renda para agricultura familiar (RIOS *et al.*, 2012).

Os plantios comerciais são escassos e a produção é obtida de forma extrativista (COSTA et al., 2015). Dentre as principais dificuldades encontradas para implantação de plantios comerciais de umbuzeiro estão o baixo crescimento inicial de mudas e o extenso período juvenil. Segundo Batista et al. (2015) a produção de plantas propagadas via sexuada só é iniciada aos dez anos após o plantio. O baixo arranque inicial no crescimento e longo período juvenil vem desestimulando o investimento de produtores na cultura do umbuzeiro, para contornar essa dificuldade novas práticas de manejo precisam ser desenvolvidas, como o uso dos reguladores de crescimento.

A utilização de reguladores de crescimento em espécies nativas, especificamente

umbuzeiro, ainda é pouco conhecida, porém existem vários trabalhos que comprovam a importância dos fitormônios em outras espécies lenhosas. Taiz e Zeiger (2017) apontam que a giberelina é um hormônio que tem a capacidade de controlar vários processos metabólicos no vegetal, tanto no crescimento quanto no desenvolvimento, aumentando o alongamento e divisão celular. Amaro et al. (2017) relatam que a aplicação de ácido giberélico (GA₃) proporcionou em plantas de *E. urocam* vigoroso crescimento vegetativo possibilitando maior estabelecimento em campo.

A necessidade de adoção de práticas de manejo inovadoras no sentido de contribuir para geração de conhecimentos e despertar o interesse em cultivos comerciais da cultura do umbuzeiro é de fundamental importância. A geração de informações que incrementem o crescimento das plantas de umbuzeiro, poderá constituir importante estratégia de manejo da cultura.

Diante do exposto, Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o crescimento de mudas de Umbuzeiro (*Spondias tuberosa Arruda*) submetidas à doses crescentes de ácido giberélico (GA₃)

2. MATERIAL E MÉTODOS

Desenho experimental

O trabalho foi conduzido sob bancada em casa de vegetação coberta com plástico transparente e laterais com sombrite que interceptam 50% da radiação solar na Universidade Estadual de Goiás, Campus Ipameri (Lat. 17° 43' 19"S, Long. 48° 09' 35"W, altitude de 773 m, Ipameri, Goiás, Brasil). Essa região possui clima tropical com inverno seco e verão úmido (Aw) de acordo com a classificação de Köppen. As mudas foram produzidas utilizando sementes escarificadas mecanicamente e colocadas para germinar em areia. Aos dez dias após a emergência (DAE) foram selecionadas e transplantadas para canteiros. Aos 70 DAE foram transplantadas para vasos de polietileno com volume de oito litros contendo substrato composto por Latossolo Vermelho-Amarelo, areia e esterco na proporção de 3:1:0,5, respectivamente. Após realização da análise química do solo procedeu-se a calagem e adubação seguindo recomendações de Cruz et al. (2016).

O experimento foi realizado com cinco tratamentos, apresentando as seguintes concentrações de ácido giberélico (GA₃) de 0 mg L⁻¹; 100 mg L⁻¹; 200 mg L⁻¹; 300 mg L⁻¹ e 400 mg L⁻¹, foram dispostos num delineamento inteiramente casualizado com seis repetições e parcela de uma planta útil por vaso. Foram utilizados 30 ml de GA₃ em

aplicação única via foliar com auxílio de borrifador manual nas plantas de umbuzeiro com 250 DAE. As mudas foram irrigadas diariamente com volume de água correspondente à evapotranspiração. O volume de água diário aplicado foi determinado com base na diferença de peso dos vasos.

Aos 30 dias após a imposição dos tratamentos as seguintes variáveis foram analisadas: altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), densidade estomática (DE), área foliar (AF), comprimento do xilopódio (CX), diâmetro do xilopódio (DX), área da raiz (AR), comprimento da raiz (CR), razão massa foliar (RMF), razão massa caulinar (RMC), razão massa radicular (RMR) e biomassa total (BT).

Variáveis de Crescimento

O número de folhas, altura de planta e diâmetro do caule foram mensurados por contagem e utilização régua graduada e paquímetro digital. A área foliar e área da raiz foram determinadas com auxílio do equipamento LI-3100 Área Meter, LI-COR, USA expressando em (cm²). As análises destrutivas foram realizadas com raízes, xilopódios, caule e folhas separados e colocados em estufa à 72° C para secagem até atingirem massa seca constante e em seguida pesados. Com os dados de massa seca foram calculadas a razão de massa radicular (RMR), razão de massa caulinar (RMC), razão de massa foliar (RMF) e biomassa total. As razões de massa foram obtidas por meio das seguintes equações respectivamente: $RMR = \text{Massa seca da raiz} / \text{biomassa total}$; $RMC = \text{Massa seca do caule} / \text{biomassa total}$; $RMF = \text{Massa seca da folha} / \text{biomassa total}$.

Para obtenção da densidade estomática, réplicas das superfícies adaxial e abaxial da folha foram retiradas com esmalte incolor na região do terço médio das folhas hidratadas e a contagem foi realizada com auxílio de um microscópio óptico munido com câmara clara. A densidade estomática foi determinada através da contagem de estômatos situada numa área de 1 mm², obtendo-se o número de estômatos/área (JADRNÁ et al., 2009). Foram analisadas duas réplicas da superfície adaxial e abaxial de cada repetição para a determinação da densidade estomática.

Procedimentos estatísticos

Os dados foram submetidos a análise de variância. Procedeu-se análise de regressão e na escolha dos modelos considerou-se a adequação do ao fenômeno estudado, os valores dos coeficientes de determinação ajustados e a significância dos parâmetros da regressão pelo teste t. Os coeficientes de determinação (R²) foram obtidos pela razão da soma de quadrados da regressão pela soma de quadrados total. Realizou-se a análise multivariada por meio da regressão múltipla e componentes principais utilizando-se uma

matriz de correlação e o critério de seleção de modelo Forward Stepwise (SOKAL e ROLF, 1969). As análises estatísticas e a construção dos gráficos de regressão foram conduzidas utilizando os softwares R 3.4 (R CORE TEAM, 2017) e SigmaPlot 10.0 (SYSTAT SOFTWARE, 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características altura de planta, diâmetro do caule, densidade estomática, área foliar e comprimento do xilopódio foram influenciadas ($P < 0,05$) pelas doses de ácido giberélico (GA_3), com exceção do diâmetro do xilopódio (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância para altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), densidade estomática (DE), área foliar (AF), comprimento do xilopódio (CX) e diâmetro do xilopódio (DX) em mudas de *Spondias tuberosa* tratadas com doses de GA_3 .

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios					
		AP	DC	DE	AF	CX	DX
Tratamentos	4	1,33E+3**	8,71*	5,16E+4**	1,38E+6**	29,55*	94 ^{ns}
Resíduo	25	83,96	3,05	2,1E+3	3,52E+4	7,64	41,86
CV(%)		7,85	15,06	12,44	19,92	16,69	18,31
Análise de Regressão							
Linear	**	**	*	**	**	**	ns
Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

**significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo pelo teste F.

A giberelina incrementou de forma significativa o crescimento nas mudas de *Spondias tuberosa*. Os ajustes lineares para as variáveis de crescimento representam fortes indícios da importância desse hormônio como prática promissora para reduzir o tempo juvenil da espécie e elevá-la a fase adulta vegetativa. Segundo Taiz et al. (2017) a giberelina exerce significativo papel na transição da fase juvenil para a adulta das espécies vegetais e dados experimentais tem comprovado o papel das giberelinas na emissão de órgãos reprodutivos em coníferas.

As variáveis altura de planta, diâmetro do caule e densidade estomática apresentaram ajuste significativo linear (Figura 1). As doses de GA_3 avaliadas proporcionaram incrementos lineares positivos para altura de planta, diâmetro do caule e área foliar, com incremento de 0,0805 cm, 0,009 cm e 0,0003 cm², respectivamente, para cada mg de GA_3 adicionada. As giberelinas atuam fortemente no crescimento vegetal através da indução à expansão celular, mais especificamente através da sinalização química para afrouxamento da parede celular pela maior atividade das enzimas

envolvidas como a *xiloglucano endotransglicosilase* que afrouxa a parede celular e, diante de disponibilidade hídrica adequada, as microfibrilas de celulose sejam afastadas e outras depositadas (Taiz et al., 2017). O vigoroso crescimento vegetativo é indicativo de perspectivas promissoras quanto ao uso de GA₃ em mudas de *Spondias tuberosa*. Os resultados corroboram os encontrados por Matos *et al.* (2015) e Amaro et al. (2017) que observaram incrementos significativos no crescimento vegetativo em plantas de eucalipto tratadas com GA₃, o que sugere que o uso desse hormônio pode constituir prática promissora, contudo após avaliações em campo.

O decréscimo linear da densidade estomática com o aumento das doses de GA₃, correspondente uma diminuição de 0,3637 estômatos por mm² para cada mg de GA₃ adicionada, pode estar relacionado com a expansão foliar, pois o número de estômatos não acompanha o crescimento foliar, dessa forma, acaba havendo uma diluição do número de estômatos porque a folha expande muito e o número de estômatos aumenta pouco, ou seja, com incrementos decrescentes. Isso corrobora Boerger e Wisniewski (2003) que observaram que a densidade estomática decresceu à medida que a área específica foliar aumentou em ciclos fenológicos sucessivos de espécies lenhosas da Floresta Atlântica.

O ajuste significativo para diâmetro do caule constitui um dos principais indicadores do efeito benéfico da giberelina em mudas de *Spondias tuberosa*. Segundo Daniel et al. (1997) esta variável possibilita identificar o potencial de sobrevivência de plantas jovens no campo. Entretanto, essa hipótese carece de comprovação por ensaios em campo.

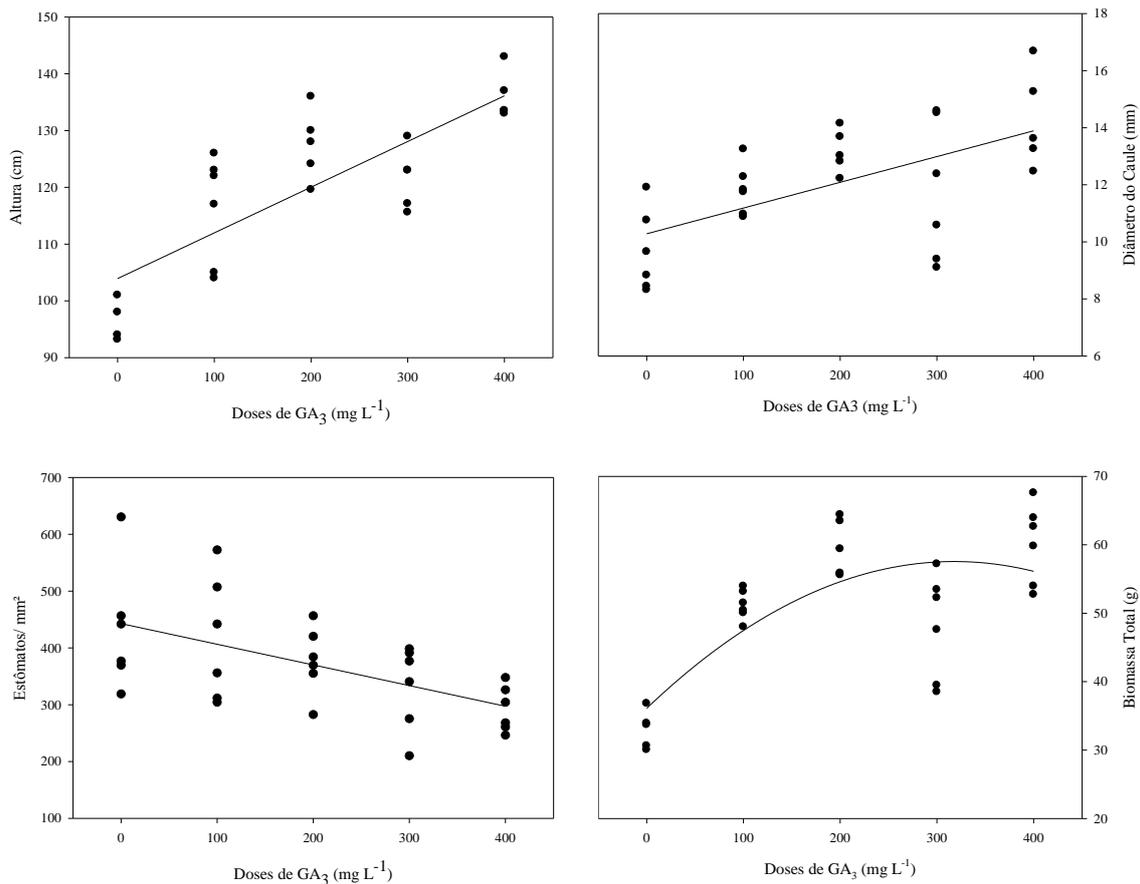


Figura 1. Gráficos de regressão para altura de planta ($y= 103,9259 + 0,0805x$; $R^2= 0,65^{**}$), diâmetro do caule ($y= 10,2816 + 0,009x$; $R^2= 0,60^{**}$), densidade estomática ($y= 442,8155 - 0,3637x$; $R^2= 0,55^*$) e área foliar ($y= 0,0364 + 0,0003x$; $R^2= 0,80^{**}$) de mudas de *Spondias tuberosa* submetidas a diferentes doses de giberelina.

As variáveis área da raiz, comprimento da raiz, razão de massa caulinar e biomassa total foram influenciadas pelas doses de giberelina ($P < 0,05$), enquanto razão de massa foliar e razão de massa radicular não diferiram para as doses de GA₃ (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância e teste de média para área da raiz (AR), comprimento da raiz (CR), razão massa foliar (RMF), razão massa caulinar (RMC), razão massa radicular (RMR) e biomassa total (BT) em mudas de *Spondias tuberosa* tratadas com diferentes doses de GA₃.

Quadrados Médios							
Fonte de Variação	GL	AR (cm²)	CR (cm)	RMF	RMC	RMR	BT (g)
Tratamentos	4	2,72**	2,02*	0,0012 ^{ns}	0,028**	0,017 ^{ns}	846,61**
Resíduo	25	0,89	0,43	0,0006	0,005	0,008	28,12
CV(%)		17,04	9,13	20,03	15,12	22,66	10,63
Análise de Regressão							
Linear		**	Ns	Ns	ns	ns	*
Quadrática		ns	Ns	Ns	ns	ns	ns

**significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo pelo teste F.

O maior desenvolvimento da área radicular em função das doses de giberelina concretiza uma das possíveis justificativas que pode ser utilizada para explicar o maior crescimento da parte aérea. Reis et al. (2006) destacam que as raízes são fundamentais na absorção de água e nutrientes e na síntese de fitoreguladores. Adicionalmente os xilopódios constituem-se em drenos inicialmente e fonte posterior de fotoassimilados para as partes jovens em crescimento.

Uma justificativa complementar para o incremento na parte aérea é que as giberelinas protagonizam uma interação positiva e recíproca na divisão, expansão celular e diferenciação dos tecidos (WEISS e ORI, 2007).

As plantas de *S. tuberosa* apresentaram o crescimento vegetativo significativamente influenciado com o aumento das doses de GA₃ como pode ser verificado pela altura, diâmetro do caule e biomassa total. Os dados mostram que as plantas, após a aplicação de giberelina, investiram principalmente na parte aérea, comprovando observações feitas por outros autores, por exemplo, Wagner Júnior et al. (2008) que observaram efeito positivo da aplicação exógena de GA₃ sobre o crescimento da parte aérea das mudas de pessegueiro.

As variáveis biomassa total, comprimento do xilopódio e área radicular apresentaram ajuste linear significativo em relação as doses de giberelina (Figura 2). O incremento foi de 0,003 cm² para área radicular, 0,01 cm para comprimento do xilopódio e 0,07 g para cada mg de GA₃ adicionada. Observa-se que houve um crescimento

diretamente proporcional entre as variáveis comprimento do xilopódio e área radicular que, conseqüentemente, contribuíram para um aumento linear na biomassa total. O crescimento linear do xilopódio indica que as maiores doses de GA₃ propiciaram às mudas de umbuzeiro um incremento na reserva água e sais minerais. Cruz et al. (2016) afirmam que tais reservas são de fundamentais importância para que as mudas superem o estresse hídrico que geralmente ocorre na fase de transplantios e adaptação em solos do semiárido nordestino.

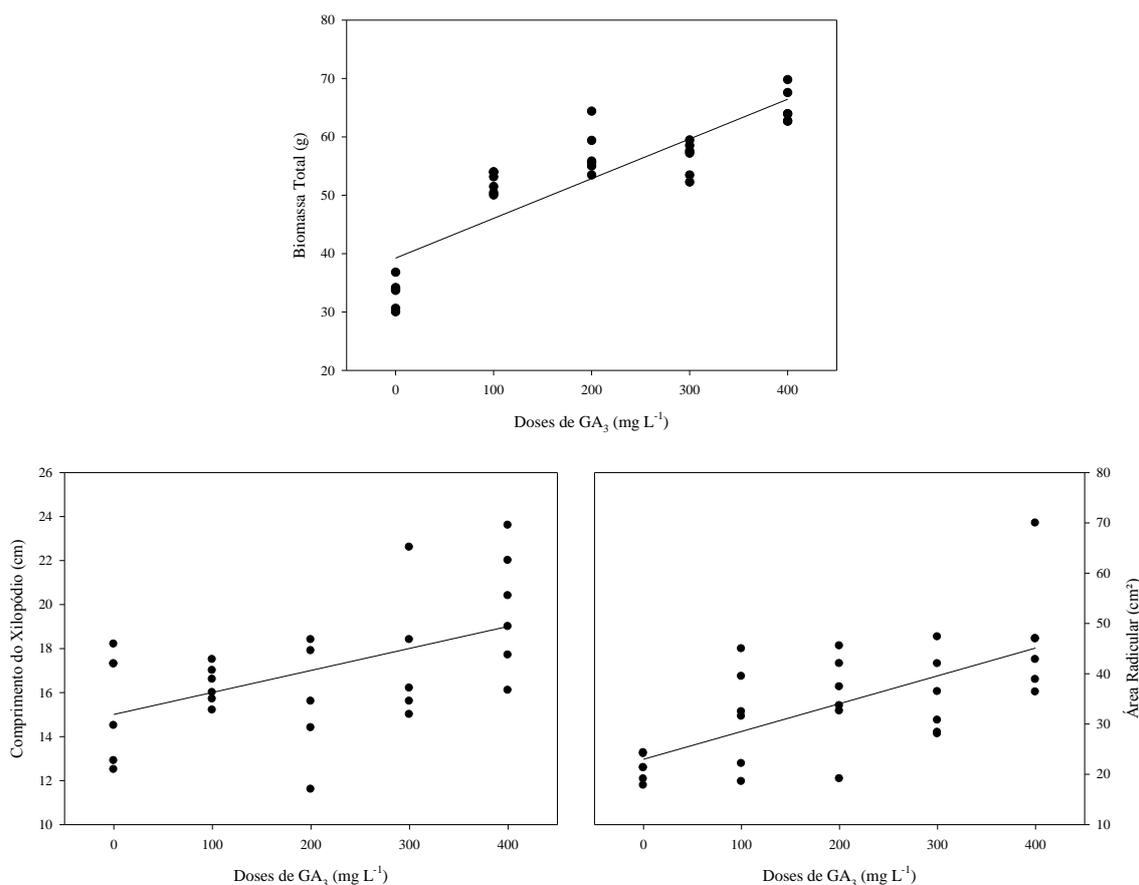


Figura 2. Gráficos de regressão para biomassa total ($y= 39,23 + 0,07x$; $R^2= 0,80^{**}$), comprimento do xilopódio ($y= 15,0069 + 0,01x$; $R^2= 0,52^{**}$) e área radicular ($y= 22,9943 + 0,0003x$; $R^2= 0,80^{**}$) de mudas de *Spondias tuberosa* submetidas a diferentes doses de giberelina.

O modelo de regressão múltipla apresentado explica 80% da variação da biomassa total de plantas de umbuzeiro (Tabela 3).

Observa-se que a biomassa total foi influenciada pela altura, razões de massa foliar e caulinar. A razão massa foliar apresentou uma correlação negativa com a

biomassa, ou seja, quanto maior for esta razão menor será sua contribuição na biomassa total.

Nesse contexto, as aplicações de giberelina promoveram alterações significativas no crescimento vegetativo das plantas de *Spondias tuberosa* em todos tratamentos aplicados, resultando em um maior acúmulo de biomassa total. A biomassa da planta constitui uma importante variável de crescimento, uma vez que reflete a assimilação de carbono ao longo do tempo (PEIXOTO et al., 2006; MATOS et al., 2011). Essas variáveis em conjunto potencializam o crescimento vegetativo das plantas tratadas. A aplicação de giberelina altera uma série de caracteres produtivos, no entanto o intenso alongamento do caule elevando a altura das plantas foi o principal efeito observado por pesquisadores que trabalharam com esse fitormônio (HIGASHI et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2005; MATOS et al., 2015; AMARO et al.; 2017).

Os resultados do presente estudo, com a intensificação do crescimento vegetativo das mudas de *Spondias tuberosa* com uso de ácido giberélico via foliar sugerem um possível aumento de precocidade para esse vegetal, pois promoveu maior acúmulo de biomassa em mesmo período de tempo em comparação às plantas testemunhas. Contudo o seu efeito em condições de campo quanto à essa precocidade ainda carece de comprovação.

Tabela 3. Modelo de regressão múltipla para biomassa das mudas de *Spondias tuberosa* em função de diferentes doses de giberelina. Ipameri-GO, 2017.

Biomassa	Explicação do modelo	F		P		
	R ² = 0,80	F(3,26)=34,42		p<0.000		
	Beta	Erro Padrão	B	Erro Padrão	t(26)	p-valor
Parâmetros			44,51	14,79	3,00	0,00
ALT	0,31	0,14	0,23	0,10	2,18	0,03*
RMF	-0,64	0,08	2,47	0,97	2,52	0,01*
RMC	0,29	0,13	-293,72	61,07	-4,80	0,00**

*significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01); **significativo ao nível de 5% de probabilidade (p<0,05).

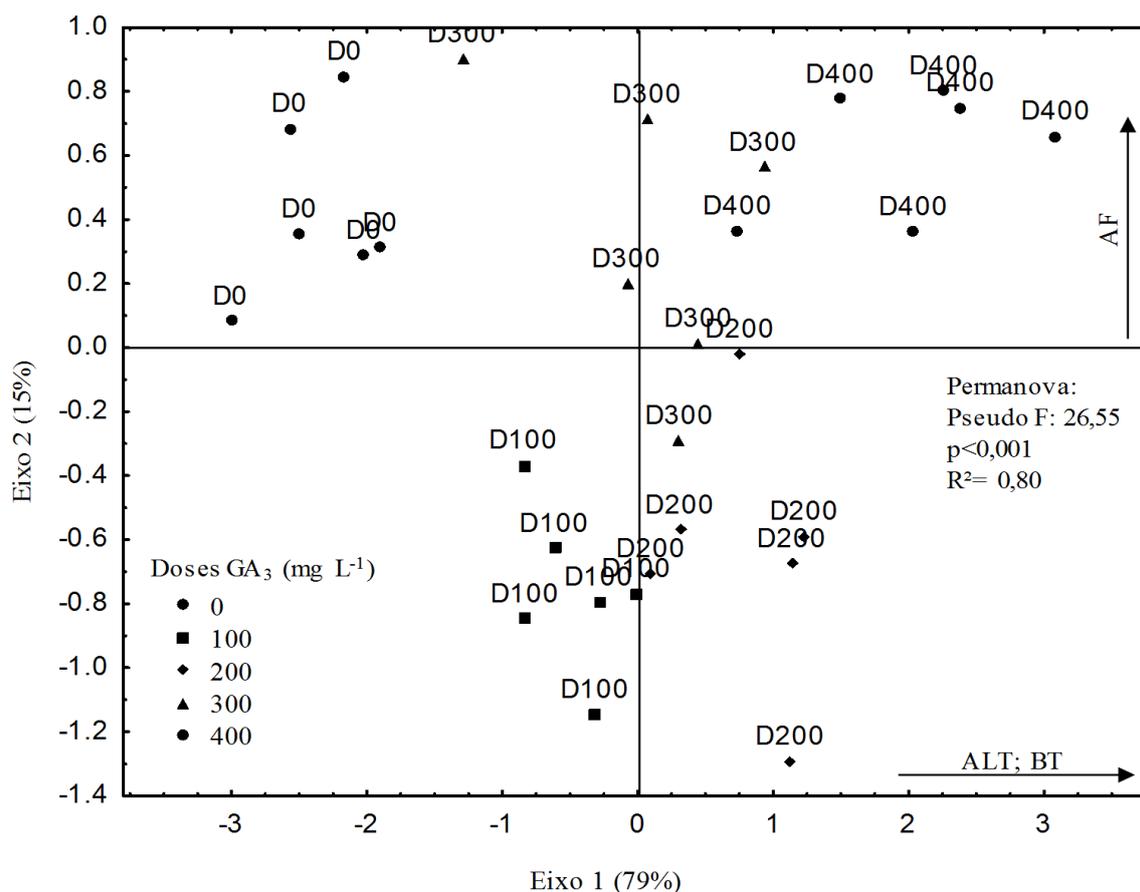


Figura 3. Análise de componentes principais (CP) de mudas de *Spondias tuberosa* submetidas a diferentes doses de giberelina. As setas indicam os sentidos em que cada variável aumenta em relação aos eixos, selecionando aquelas com contribuição acima de 60%.

Na análise de componentes principais (CP) observou-se que foram necessários apenas dois eixos para explicar 94% da variação dos dados obtidos. Os dois eixos (CP1 e 2) explicam que o aumento das doses de GA₃ influenciaram positivamente as variáveis altura de plantas, área foliar e biomassa total de plantas de umbuzeiro.

Segundo Gonzaga Neto et al. (1988), Lederman, Gonzaga Neto e Bezerra (1989), as mudas de Umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) apresentam desenvolvimento lento, desta forma, a aplicação exógena de giberelina pode se tornar uma alternativa viável para acelerar o desenvolvimento na fase de casa de vegetação.

As giberelinas apresentam funções fundamentais nos processos ligados ao crescimento das plantas, porém novos estudos sobre sua ação em plantas de umbuzeiros devem ser realizados em condições de campo para uma melhor compreensão de ação e para que a tecnologia seja disponibilizada para o produtor.

4. CONCLUSÕES

O uso de ácido giberélico (GA3) intensificou o crescimento vegetativo em mudas de umbuzeiro e proporcionou a formação de plantas com sistema radicular vigoroso, caule espesso, comprido e área foliar exuberante.

A aplicação de giberelina pode constituir uma importante prática de manejo de plantas de umbuzeiro no sentido de obter plantas precoces com menor tempo de fase juvenil e, com isso, antecipar o período produtivo, no entanto, trabalhos posteriores a nível de campo são necessários para validação e posterior recomendação.

REFERÊNCIAS

- AMARO, C. L.; CUNHA, S.D.; GRUPIONI, P.H.F.; SOUZA, P. V. DE.; D'ABADIA, K.L. BARROS.; I.B. MATOS, F.S. Análise do crescimento de mudas de *Eucalyptus* sp. submetidas a diferentes doses de giberelina. **Revista Agri-Environmental Sciences**, Palmas, , v. 3, n. 1, 2017
- BATISTA, F.R.C.; SILVA, M.M.A.; ARAÚJO, V.S. Uso sustentável do umbuzeiro: estratégia de convivência com o semiárido. Campina Grande: INSA, 2015.
- BOEGER, M.R.T. e WISNIEWSKI, C. 2003. Comparação da morfologia foliar de espécies arbóreas de três estádios sucessionais distintos de floresta ombrófila densa (Floresta Atlântica) no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 26(1): 61-72.
- ABF-ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA 2016. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2016. 88 p.
- COSTA, F. R. da; RÊGO; E. R. do; RÊGO; M. M. do; NEDER; D. G.; SILVA; S. de M.; SCHUNEMANN, A. P. P. Análise biométrica de frutos de umbuzeiro do semiárido Brasileiro. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 3, p. 682-690, 2015.
- 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.
- DANIEL, O. et al. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium* Willd. **Revista Árvore**, Viçosa v. 21, p. 163-168, 1997.
- GONZAGA NETO, L.; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; DANTAS, A. P. Métodos de indução de germinação de sementes de umbu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., 1988, Campinas. Anais... Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1988. p. 711-716.

GOMES, P. O imbuzeiro. In: Fruticultura brasileira. 11. ed. São Paulo: Nobel, 1989. p. 426-428.

HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.V.A.; GOUVÊA, C.F.; BASSO, L.H.M. Ação fisiológica de hormônios vegetais na condição hídrica, metabolismo e nutrição mineral. In: **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá: EDUEM, 2002.

LEDERMAN, I. E.; GONZAGA NETO, L.; BEZERRA, J. E. F. Indução da germinação de sementes de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) através de tratamentos físicos, químicos e mecânicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 11, n. 3, p. 27-32, 1989.

LEÓN, J. Anacardiaceae. In: LEON, J. **Botânica de los cultivos tropicales**. San José: IICA, 1987. p.226-227.

LIMA, M. S. S. de; DANTAS, A. C. V. L.; FONSECA, A. A. O.; BARROSO, J. P. Caracterização de frutos de genótipos selecionados de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.). **Interciencia**, v. 40, n. 5, p. 311-316, 2015.

MATOS, F.S.; GAMBOA, I.; RIBEIRO, R.P.; MAYER, M.L.; NEVES, T.G.; LEONARDO, B.R.L.; SOUZA, A.C. Influência da intensidade luminosa no desenvolvimento de mudas de *Jatropha curcas* L. **Agrarian**, v.4, n.14, p.265- 272, 2011.

MATOS, F.S.; SILVA, D.Z.; SOUZA, B.R.; MOURA, D.R.; LOPES, V.A.; CARVALHO, D.D.C. e ARAUJO, M.S. (2015). Análise de crescimento, incidência de *Rhizoctonia* sp. e efeito antixenose para a formiga-cortadeira *Atta sexdens rubropilosa* F. Em clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* tratados com giberelina. **Revista Árvore** 39 (5): 915-922.

MERTENS, J.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; GERMER, J.; SAUERBORN, J. Umbuzeiro (*Spondias tuberosa*): a systematic review. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 36, p. 87-106, jun. 2015.

OECD/FAO (2015), OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2015, OECD Publishing, Paris. 152p. <DOI: http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2015-es>.

OLIVEIRA, A.; FERREIRA, G.; RODRIGUES, J.D.; FERRARI, T.B.; KUNZ, V.L.; PRIMO, M.A.; POLETTI, L.D. Efeito de reguladores vegetais no desenvolvimento de mudas de *Passiflora alata* Curtis. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.1, p.9-13, 2005.

PAULA, B. DE; CARVALHO FILHO, C. D.; MATTA, V. M. DA; MENEZES, J. DA S.; LIMA, P. DA C.; PINTO, C. O.; CONCEIÇÃO, L. E. M. G. Produção e caracterização

físico-química de fermentado de umbu. Paula et al. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.9, p.1688-1693, 2012.

PEIXOTO, C.P.; CERQUEIRA, E.C.; SOARES FILHO, W.S.; CASTRO NETO, M.T.; LEDO, C.A.S.; MATOS, F.S.; OLIVEIRA, J.G. Análise de crescimento de diferentes genótipos de citros cultivados sob déficit hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.3, p.439-443, 2006.

PIRES, I. E.; OLIVEIRA, V. R. de. Estrutura floral e sistema reprodutivo do umbuzeiro. Petrolina: EMBRAPA, 1986. v. 7, n. 50, p. 1- 2.

PIRES, M. das G. de m. Estudo taxonômico e área de ocorrência de *Spondias tuberosa* Arr. Cam. no estado de Pernambuco. 1990. 234 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.).

R CORE TEAM, R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, **Disponível em:** <http://www.R-project.org/>, Acesso em: 30 de novembro de 2017.

REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; FONTAN, I. C. I.; MONTE, M. A.; GOMES, N. A.; OLIVEIRA, C. H. R. Crescimento de raízes e da parte aérea de clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus* spp submetidos a dois regimes de irrigação no campo. **Revista Árvore**, v. 30, n. 1, p.921-931, 2006.

RIOS, E. S.; PEREIRA, M. de C.; SANTOS, L. de S.; SOUZA, T. C. de; RIBEIRO, V. G. Concentrações de ácido indolbutírico, comprimento e época de coleta de estacas, na propagação de umbuzeiro. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 1, p. 52-57, 2012.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **The principles and practice of statistics in biological research**. San Francisco: WH Freeman and company, Fourth edition, p. 222-223, 1969.

SYSTAT SOFTWARE. SigmaPlot for windows. Version 10.0. San Jose: Systat Software, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p. WAGNER JÚNIOR, A.; COSTA E SILVA, J. O.; SANTOS, C. E. M.; PIMENTEL, L. D.; NEGREIROS, J. R. S.; ALEXANDRE, R. S.; BRUCKNER, C. H. Ácido giberélico no crescimento inicial de mudas de pessegueiro. **Ciência e agrotecnologia**, v. 32, n. 4, p. 1035-1039, 2008.