

## Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de *Bixa orellana* L. em função da propagação

### *Vegetative and reproductive development of *Bixa orellana* L. tree according to propagation methods*

<sup>1</sup> Everardes Públio Júnior; <sup>\*2</sup> Tiyoko Nair Hojo Rebouças; <sup>3</sup> Abel Rebouças São José; <sup>\*4</sup> Ana Paula Prado Barreto Públio; <sup>\*5</sup> John Silva Porto

<sup>1</sup> Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Bahia, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1626-0555> E-mail: [juniorepublio@hotmail.com](mailto:juniorepublio@hotmail.com)

\*Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil.

<sup>2</sup>Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9341-9577> E-mail: [tiyoko@uesb.edu.br](mailto:tiyoko@uesb.edu.br)

<sup>3</sup> Professor Livre Docente Aposentado da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3179-243X> E-mail: [abeljose3@gmail.com](mailto:abeljose3@gmail.com)

<sup>4</sup> Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0017-0256> E-mail: [agrobarret@hotmail.com](mailto:agrobarret@hotmail.com)

<sup>5</sup> Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4065-7210> E-mail: [jsporto87@yahoo.com.br](mailto:jsporto87@yahoo.com.br)

**RESUMO:** O urucueiro é um arbusto, originário de regiões tropicais, que vem despertando interesse da indústria devido à presença de uma película que recobre suas sementes, rica em um carotenoide avermelhado denominado bixina. Tradicionalmente é propagado por via sexual, através de sementes, entretanto, sua propagação pode ser também realizada por via vegetativa. Visando a importância econômica e social desta cultura, neste estudo objetivou-se avaliar o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de plantas de urucueiros em função da propagação, em busca da melhor relação entre crescimento e precocidade de produção. O experimento foi conduzido em uma fazenda no município de Porto Seguro-BA. Os tratamentos foram formados por dois genótipos A e B, os quais foram multiplicados via assexuada (estaquia) e sexuada (sementes). O delineamento foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 2x2, com 5 repetições e 7 plantas úteis por parcela. As avaliações foram realizadas aos 59, 154, 284, 383, 497, 656 e 840 dias após plantio, onde foi avaliada a presença de flores e/ou cápsulas, diâmetro do colo, altura das plantas e diâmetro da copa. Os dados obtidos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os tratamentos propagados assexuadamente entraram em estágio de reprodução primeiro, enquanto os tratamentos propagados sexuadamente apresentaram maior desenvolvimento vegetativo. Não foi observado diferença no desenvolvimento vegetativo e início do estágio reprodutivo entre os genótipos trabalhados.

**Palavras-chave:** urucum, estaquia, melhoramento genético.

**ABSTRACT:** *Bixa orellana* L., also known as *achiote*, is a shrub native to tropical regions. It has been arousing the interest of the industrial sector due to the film that covers its seeds, which is rich in a reddish carotenoid called bixin. Although, traditionally, it is sexually propagated through seeds, this process can also take place in a vegetative manner. Given the economic and social relevance of this species, the aim of the current study is to assess both the vegetative and reproductive development of *achiote* plants, based on their propagation process, to help finding the best association between plant growth and early production. The experiment was conducted in a farm, in Porto Seguro City – Bahia State. Treatments were based on two genotypes (A and B), which were multiplied through asexual (plant cutting) and sexual (seeds) reproduction. The experimental design was based on randomized blocks, at 2x2 factorial arrangement, with 5 repetitions and 7 useful plants per plot. The following parameters were assessed at 59, 154, 284, 383, 497, 656 and 840 days after planting: incidence of flowers and/or capsules, stem diameter, plant height and canopy diameter. Collected data were compared to each other through Tukey's test, at 5% probability level. Asexually propagated treatments were the first to start the reproduction stage, whereas sexually propagated treatments recorded higher vegetative development rate; no difference in vegetative development and in reproductive stage onset was observed between the investigated genotypes.

**Keywords:** *achiote*, cuttings, genetic improvement.

## INTRODUÇÃO

O urucueiro (*Bixa orellana* L.) é um arbusto que em geral tem altura média variando entre 2,0 e 4,0 m, contudo pode atingir até 6,0 m de altura, de acordo as condições de cultivo, tem caule lenhoso e curto com 20 a 30 cm de diâmetro, casca cinza escura com lenticelas em filas verticais (REVILLA, 2001). Possui sementes revestidas por um carotenoide avermelhado denominado bixina, que é um corante natural amplamente utilizado, principal na indústria de alimentos (NISHA; SIRIL; NAIR, 2012).

A busca por uma alimentação mais saudável, o baixo custo de produção e sua baixa toxicidade tornam o urucum uma alternativa na substituição de muitos corantes sintéticos (FABRI; TERAMOTO, 2015), ocupando o segundo lugar em importância econômica entre os corantes naturais (SIRIL; JOSEPH, 2013).

Por ser uma planta de polinização cruzada, não tem rendimento uniforme nos plantios, assim, a propagação vegetativa constitui um método viável (JOSEPH; SIRIL; NAIR, 2011; PECH-HOIL et al., 2017). Plantios comerciais podem ser formados por meio de plantas propagadas vegetativamente, a partir de plantas de alto rendimento (LOMBELLO; PINTO-MAGLIO, 2014; SIRIL; JOSEPH, 2013), entretanto, os plantios clonais de alta produtividade representam uma alternativa viável aos de origem seminal.

Esses genótipos devem apresentar bons resultados em produtividade e conteúdo de pigmento (MANTOVANI et al., 2013), entretanto, os plantios de *B. orellana* são tradicionalmente estabelecidos, na grande maioria, a partir de plantas propagadas por sementes (JOSEPH; SIRIL; NAIR, 2010; KALA et al., 2015). O que provavelmente leva a rendimento e qualidade variável (SILVA et al., 2019).

Variáveis de crescimento têm sido utilizadas para avaliar o comportamento das mudas de espécies florestais, descrevendo as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, acompanhando assim seu crescimento (BARBIERI et al., 2011), sendo bastante precisas para avaliar o crescimento e mensurar a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento da planta (BENINCASA, 2003). Podendo ainda, fornecer informações em relação a eficiência do crescimento e a habilidade de adaptação às condições ambientais em que estas plantas são cultivadas (PEIXOTO; PEIXOTO, 2009).

De acordo Mantovani et al. (2010) são escassos os trabalhos que fornecem informações a respeito de aspectos envolvidos na propagação vegetativa do urucum, sendo estas informações, importantes no processo de propagação clonal e melhoramento genético da espécie. Desta forma, neste estudo objetivou-se avaliar o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de plantas de urucueiros em função da propagação, em busca da melhor relação entre crescimento e precocidade de produção.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de março de 2017 a julho de 2019, na Fazenda Sempre Viva, no município de Porto Seguro-BA, localizado entre as coordenadas geográficas 16° 23' de latitude Sul e 39° 20' de longitude Oeste de Greenwich, com altitude de 141 m, no bioma da Mata Atlântica.

O clima da região é classificado AF, segundo classificação atualizada de Köppen (BECK et al., 2018), tropical úmido, sem estação de seca definida, área de clima A

umidade relativa média do ar é de 84,8%, temperatura média anual de 23,3°C e índice pluviométrico em torno de 1.260 mm.

O solo foi classificado como argissolo vermelho amarelo distrófico (SANTANA, 2006), classe textural franco argilo arenosa, sendo que na camada de até 40 cm de profundidade apresentava a seguinte análise química: pH de 5,5 e 5,3 e percentagem de saturação por bases (V) de 42% e 47% (**Tabela 1**).

**Tabela 1.** Análise química do solo da área experimental, Porto Seguro, BA, 2017

Profundidade (cm)	pH H <sub>2</sub> O	P mg/dm <sup>3</sup>	Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> de solo									V	m
			K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S.B.	t	T		
01-20	5,5	1	0,15	2,1	1,2	0,1	4,6	-	3,5	3,6	8,2	42	3
20-40	5,8	1	0,15	2,7	1,2	0,1	3,0	-	4,0	4,1	7,1	57	2

Nota: P e K foi utilizado Extrator Mehlich; para Ca, Mg e Al, foi utilizado (KCl 1N); e para H + Al foi utilizado (CaCl<sub>2</sub> 0,01M e SMP).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 2, com 5 repetições e 7 plantas uteis por parcela. Os tratamentos foram formados por 2 genótipos A e B e 2 formas de propagação, sexuada e assexuada.

As plantas utilizadas no estudo foram previamente selecionadas em um plantio comercial da cultivar Embrapa 37, com 7 anos e meio de idade. Foram selecionadas 2 plantas com atributos de produção superiores aos demais e produção de bixina superior a 220 g planta<sup>-1</sup> (122,22 kg ha<sup>-1</sup>), denominados genótipos A e B, os quais foram multiplicados via assexuada (estaquia) e sexuada (sementes).

As estacas coletadas das matrizes foram plantadas no mesmo dia em tubetes de 280 cm<sup>3</sup> com substrato comercial e levadas para casa de vegetação por aproximadamente 30 dias, após esse período foram colocadas em viveiro a pleno sol até estarem prontas para o plantio.

As sementes foram semeadas em sacos de polietileno de 1.570 cm<sup>3</sup> com substrato formado por terra de subsolo e 5 kg da fórmula 4-14-8 (N-P-K) para cada m<sup>3</sup> de solo e levadas para viveiro, com cobertura de tela de polietileno com malha que permite passar apenas 50% da luminosidade, até serem levadas para o plantio. Com aproximadamente 6 meses de idade, as mudas foram plantadas em covas de 0,40 x 0,40 x 0,40 m no espaçamento de 6 x 3 m.

As avaliações botânicas foram feitas aos 59; 154; 284; 383; 497; 656 e 840 dias após plantio (DAP), onde foram verificadas a presença de flores e/ou frutos, diâmetro do colo a 20 cm do solo com o auxílio de paquímetro digital, altura das plantas com o uso de régua graduada e diâmetro da copa nos eixos Norte-Sul e Leste-Oeste, para cálculo da área da copa.

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade das variâncias. Em seguida foi realizada a análise de variância (Anova) pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do Software AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da análise de variância mostram que para a variável altura das plantas não ocorreu diferenças para o fator genótipo em todas as medições, sendo que o mesmo não ocorreu para a propagação, com exceção dos 284 dias após o plantio (DAP) (**Tabela 2**).

**Tabela 2.** Quadrados médios e coeficientes de variação para Altura de planta dos genótipos A e B de urucueiros, propagados por estacas e sementes. Porto Seguro – BA, 2019

FV	Quadrados Médios						
	59 DAP	154 DAP	284 DAP	383 DAP	497 DAP	656 DAP	840 DAP
Genótipo (F1)	0,001 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	0,066 <sup>ns</sup>	0,156 <sup>ns</sup>	0,076 <sup>ns</sup>	0,048 <sup>ns</sup>	0,035 <sup>ns</sup>
Propagação (F2)	0,107 <sup>**</sup>	0,147 <sup>*</sup>	0,214 <sup>ns</sup>	0,267 <sup>*</sup>	0,35 <sup>*</sup>	0,395 <sup>**</sup>	0,375 <sup>*</sup>
Interação F1 X F2	0,002 <sup>ns</sup>	0,016 <sup>ns</sup>	0 <sup>ns</sup>	0,041 <sup>ns</sup>	0,021 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,014 <sup>ns</sup>
CV (%)	7,39	16,97	18,1	10,5	9,62	8,67	9,73

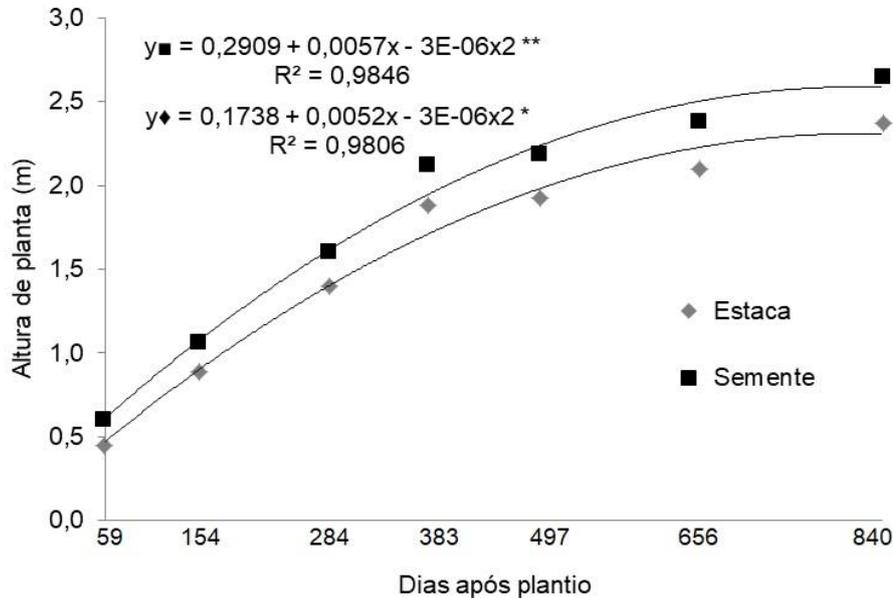
Nota: \*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. \* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.  
<sup>ns</sup> Não significativo.

As mudas propagadas via sementes, apresentaram maior desenvolvimento em relação as mudas propagadas por estacas (**Figura 1**), essa condição pode ser atribuída a precocidade das plantas clonadas, em virtude da maturidade fisiológica das células oriundas de tecidos adultos, o que levou as plantas iniciarem seu processo de diferenciação fisiológica dando início ao o estágio reprodutivo ainda na fase juvenil, retardando o desenvolvimento vegetativo.

É importante destacar que as flores e conseqüentemente a produção ocorre nas extremidades dos ramos, assim sendo, planta sem uma copa bem definida, com poucos ramos pode apresentar menor produção. Além disso, pode-se destacar que o crescimento de uma planta é representado por uma fase inicial de crescimento lento, passando posteriormente a uma fase exponencial e, em seguida, a uma de crescimento linear e um novo período de crescimento lento, com a paralisação eventual do processo (PEIXOTO; PEIXOTO, 2009).

Os dados de altura das plantas foram ajustados à equação polinomial de segundo grau, indicando que possui crescimento constante em relação aos períodos analisados, havendo uma redução no ritmo de crescimento nas últimas medições. Foi observado um menor crescimento entre a 4ª e 5ª medição, provavelmente devido as plantas estarem no período de produção, direcionando as reservas e fotoassimilados para a produção de frutos e sementes.

**Figura 1.** Altura das plantas dos genótipos A e B de urucueiros, propagados por estacas e sementes. Porto Seguro – BA, 2019



Nota: \*\* significância a 1% de probabilidade, \* significância a 5% de probabilidade.

Plantas da cultivar Embrapa 37, possuem porte médio com altura em torno de 1,54 m (FRANCO et al., 2008), valor inferior ao encontrado neste estudo, onde foi observado 2,4 e 2,6 m de altura para as plantas propagadas por estacas e sementes respectivamente, diferenciando entre si estatisticamente. Esse resultado, provavelmente foi em função das condições ambientais e de manejo da cultura. A altura da planta é uma variável que pode influenciar de maneira direta em uma maior produção, entretanto, plantas mais alta podem dificultar a operação de colheita manual.

A variável diâmetro do colo apresentou diferenças significativas para o fator propagação, entretanto essa diferença foi apenas nos três primeiros períodos de medição 59; 154 e 284 DAP (**Tabela 3**).

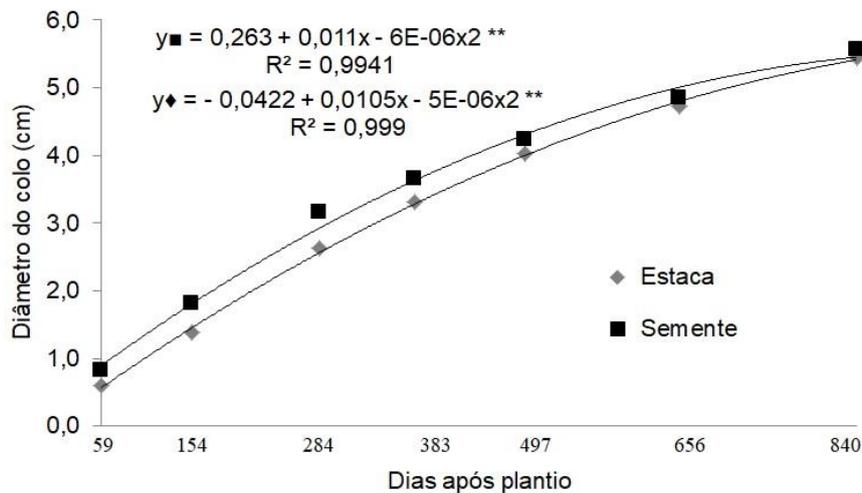
**Tabela 3.** Quadrados médios e coeficientes de variação para Diâmetro do colo de planta dos genótipos A e B de urucueiros, propagados por estacas e sementes. Porto Seguro – BA, 2019

FV	Quadrados Médios						
	59 DAP	154 DAP	284 DAP	383DAP	497 DAP	656 DAP	840 DAP
Genótipo (F1)	0,022 <sup>ns</sup>	0,017 <sup>ns</sup>	0,046 <sup>ns</sup>	41,36 <sup>ns</sup>	3,497 <sup>ns</sup>	44,95 <sup>ns</sup>	58,59 <sup>ns</sup>
Propagação (F2)	0,243 <sup>**</sup>	0,888 <sup>*</sup>	1,38 <sup>*</sup>	58,55 <sup>ns</sup>	23,514 <sup>ns</sup>	6,684 <sup>ns</sup>	5,973 <sup>ns</sup>
Interação F1 X F2	0,01 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	0,171 <sup>ns</sup>	15,53 <sup>ns</sup>	18,564 <sup>ns</sup>	4,603 <sup>ns</sup>	29,7 <sup>ns</sup>
CV (%)	10,70	20,05	16,98	11,67	9,00	13,66	11,02

Nota: \*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. \*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.  
<sup>ns</sup> Não significativo.

As plantas propagadas por sementes apresentaram maior diâmetro do colo, na fase inicial de desenvolvimento, em relação as plantas propagadas por estacas (**Figura 2**), sugerindo que, enquanto as plantas seminais durante o desenvolvimento inicial, utilizavam fotoassimilados das folhas para crescimento de tecidos não fotossintetizantes, as plantas propagadas por estacas empregavam esses fotoassimilados para produção de outros tecidos, como estruturas de reprodução ou mesmo folhas.

**Figura 2.** Diâmetro do colo de genótipos A e B de urucueiros, propagados por estacas e sementes. Porto Seguro – BA, 2019



Nota: \*\* significância a 1% de probabilidade, \* significância a 5% de probabilidade.

De acordo Peixoto e Peixoto (2009), os compostos elaborados a partir da fotossíntese, são em parte, utilizados na manutenção do metabolismo vegetal e de todos os processos fisiológicos, armazenado secundariamente ou serão utilizados para promover aumento do material estrutural, resultando em crescimento. Diante disso, os resultados mostraram que as plantas propagadas por semente, apresentaram na fase inicial de crescimento, melhor eficiência fotossintética ou maior produção de fotoassimilados.

A área da copa apresentou diferenças significativas para o fator genótipo, apenas aos 383 DAP, enquanto que o fator propagação apresentou significância em todos os períodos, com exceção aos 284 DAP (**Tabela 4**) quando ocorreu interação significativa entre os fatores, indicando que nesta fase do desenvolvimento o genótipo “A” apresentou maior área da copa quando propagado via sexuada (**Tabela 5**).

**Tabela 4.** Quadrados médios e coeficientes de variação para Área da copa de plantas dos genótipos A e B de urucueiros, propagados por estacas e sementes. Porto Seguro – BA, 2019

FV	Quadrados Médios						
	59 DAP	154 DAP	284 DAP	383 DAP	497 DAP	656 DAP	840 DAP
Genótipo (F1)	0,001 <sup>ns</sup>	0,023 <sup>ns</sup>	1,052 <sup>ns</sup>	1,77 <sup>*</sup>	1,32 <sup>ns</sup>	2,388 <sup>ns</sup>	2,258 <sup>ns</sup>
Propagação (F2)	0,009 <sup>**</sup>	0,214 <sup>**</sup>	1,235 <sup>ns</sup>	1,849 <sup>*</sup>	1,957 <sup>*</sup>	3,325 <sup>*</sup>	7,565 <sup>*</sup>
Interação F1 X F2	0,001 <sup>ns</sup>	0,072 <sup>ns</sup>	1,589 <sup>*</sup>	1,39 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	0,127 <sup>ns</sup>	1,362 <sup>ns</sup>
CV (%)	25,74	36,15	31,18	20,86	21,34	16,12	15,28

Nota: \*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. \*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.  
<sup>ns</sup> Não significativo.

**Tabela 5.** Resultados da comparação de médias para área da copa (m<sup>2</sup>), provenientes da interação entre genótipos e formas de propagação de urucueiros aos 284 DAP. Porto Seguro – BA, 2019

Genótipos	Propagação	
	Estaca	Semente
A	1,5520 aB	2,6120 aA
B	1,6560 aA	1,5900 bA

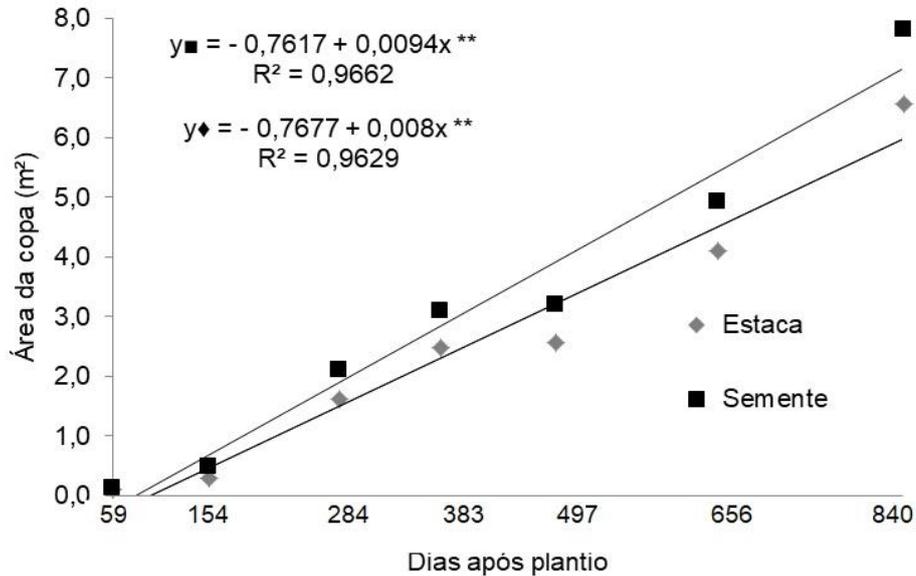
Nota: Valores seguidos da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A análise de regressão apresentou ajuste linear e crescente (**Figura 3**), sendo que as plantas propagadas por sementes apresentaram maior crescimento da copa em relação as plantas propagadas assexuadamente.

A cultivar Embrapa 37 apresenta copa compacta e hemisférica, com tendência ao crescimento lateral e ramos próximos ao solo (FRANCO et al., 2008). Características também observadas neste estudo.

O volume da copa é uma característica de grande importância, pois maior área foliar leva a uma maior produção de fotos assimilados, ainda podendo influenciar de forma direta na produção, visto que a inflorescência ocorre na forma de panícula na parte terminal dos ramos.

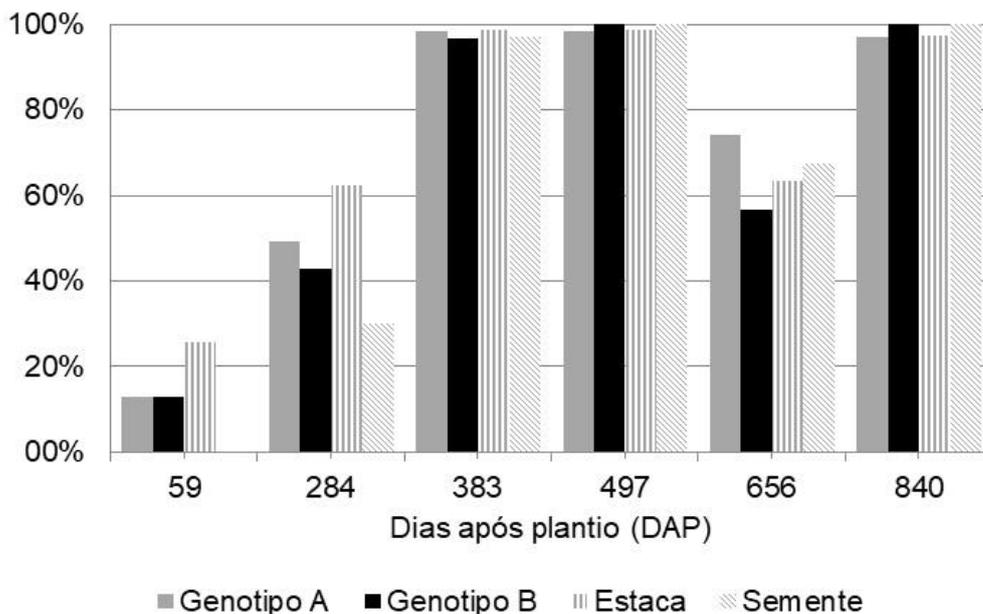
**Figura 3.** Área da copa dos genótipos A e B de urucueiros, propagados por estacas e sementes. Porto Seguro – BA, 2019.



Nota: \*\* significância a 1% de probabilidade, \* significância a 5% de probabilidade.

A análise da presença de flores e/ou frutos mostra a precocidade das plantas propagadas via assexuada, apresentando 25,72% das plantas com flores na primeira medição (**Figura 4**), enquanto as plantas propagadas por sementes não apresentaram flores neste período.

**Figura 4.** Percentual de plantas com flores/frutos dos genótipos A e B de urucueiros, propagados por estacas e sementes. Porto Seguro – BA, 2019



Na segunda medição aos 154 DAP, não foi registrado a presença de flores e/ou frutos em todos os tratamentos estudados, devido a medição ter ocorrido antes do período de floração na região de cultivo, onde a colheita ocorre nos meses de fevereiro e março e a abertura das flores por volta de 120 dias antes.

Na 3ª medição (284 DAP) foi verificado que apenas 30% das plantas propagadas via sexuada apresentaram floração e/ou fruto, enquanto as plantas propagadas via assexuada apresentaram acima de 62%, indicando que as plantas propagadas via estacas utilizaram suas reservas para formação de estruturas reprodutivas entrando na fase de reprodução, retardando assim, seu desenvolvimento vegetativo, conforme foi observado nas variáveis altura da planta, diâmetro do colo e área da copa. Entre os genótipos estudados a maior diferença entre eles ocorreu na 6ª medição (656 DAP), quando o genótipo “A” apresentou 74% das plantas com flores e/ou frutos e o genótipo “B” apenas 57%. Essa diferença pode ter ocorrido em função da combinação dos fatores ambiental e genético.

De acordo Campos et al. (2012) plantas propagadas vegetativamente já atravessaram o estágio de juvenilidade, apresentando rápida formação de brotos, folhas e flores logo após o transplante, sendo uma das vantagens da propagação vegetativa.

São José et al. (1992) verificaram a precocidade de mudas de urucueiros propagadas assexuadamente, quando em seus estudos, as mudas propagadas por estaquia apresentaram, ainda na fase de desenvolvimento nas sacolas plásticas, diferenciação floral, indicando uma produção precoce em comparação com a propagação sexuada. Ainda de acordo os autores, a propagação vegetativa é uma forma de contornar a juvenilidade de diversas plantas cultivadas.

A propagação de urucueiros por estacas permite a seleção de cultivares de alto rendimento e rápido crescimento, que florescem precocemente e em quantidade (KALA et al., 2015; KALA; KUMARAN, 2015), produzindo sua primeira safra comercial dentro de 2 anos e em condições especiais de cultivo, podendo frutificar dentro de 1 ano após o plantio (KALA et al., 2015), condição também observada neste estudo. As diferenças observadas no desenvolvimento das plantas devem seguir essa tendência até o seu completo desenvolvimento e tende a se estabilizar a partir do quarto ano, quando as plantas são consideradas adultas e precisam ser podadas, para o surgimento de novos galhos.

## CONCLUSÃO

Mudas propagadas via assexuada apresentam precocidade, antecipando o estágio de reprodução em relação as mudas propagadas via sementes. Mudas propagadas por sementes apresentam maior desenvolvimento vegetativo. Não foi verificado diferença no crescimento e início do estágio reprodutivo entre os genótipos trabalhados.

## REFERÊNCIAS

BARBIERI, D. J.; BRAGA, L. F.; SOUSA, M. P.; ROQUE, C. G. Análise de crescimento de *Bixa orellana* L. sob efeito da inoculação micorrízica e adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 2, p. 129-138, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000200002>

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **Agrostat – Sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Versão 1.0**. Jaboticabal: Departamento de Ciências Exatas, 2010.

BECK, H. E.; ZIMMERMANN, N. E.; MCVICAR, T. R.; VERGOPOLAN, N.; BERG, A.; WOOD, E. F. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. **Scientific Data**, v. 5, n. 180214, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.214>

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**: noções básicas. Jaboticabal: Funep, 2003. 41p.

CAMPOS, R. A. da S.; LIMA, G. P. P.; SEABRA JÚNIOR, S.; TAKATA, W. H. S.; SILVA, E. G. da. Crescimento e desempenho de Bertalha (*Basella alba* L.) em função do tipo de propagação. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 11-18, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000200002>

FABRI, E. G.; TERAMOTO, J. R. S. Urucum: fonte de corantes naturais, **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 1, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620150000100023>

FRANCO, C. F. O.; FABRI, E. G.; BARREIRO NETO, M.; MANFIOLLI, M. H.; HARDER, M. N. C.; RUCKER, N. C. A. **Urucum Sistemas de Produção para o Brasil**. João Pessoa: Emepa, Apta, 2008. 112p.

JOSEPH, N.; SIRIL, E. A.; NAIR, G. M. A comparison of conventional cloning options for annatto (*Bixa orellana* L.). **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 86, p. 446–451, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1080/14620316.2011.11512786>

JOSEPH, N.; SIRIL, E. A.; NAIR, G. M. Imbibition duration, seed treatment, seed mass and population influence germination of annatto (*Bixa orellana* L.) seeds. **Seed Technology**, v. 32, n. 1, p. 37–45, 2010.

KALA, S.; KUMARAN, K. Improved clonal propagation technique for mass multiplication of *Bixa orellana*, L. **Indian Forester**, v. 141, n. 3, p. 279-284, 2015.

KALA, S.; KUMARAN, K.; MEENA, H. R.; SINGH, K. Edible Dye for the Future: Annatto (*Bixa orellana* L.). **Popular Kheti**, v. 3, n. 3, p. 214-218, 2015.

LOMBELLO, R. A.; PINTO-MAGLIO, C. A. F. Cytogenetics and reproductive biology of *Bixa orellana* L. (Bixaceae). **Cytologia**, v. 79, p. 379 - 386, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1508/cytologia.79.379>

MANTOVANI, N. C. GRANDO, M. F.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. Avaliação de genótipos de urucum (*Bixa Orellana* L.) por meio da caracterização morfológica de frutos, produtividade de sementes e teor de bixina. **Ciência Florestal**, v. 23, p. 355-362, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050989281>

MANTOVANI, N. C. GRANDO, M. F.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. Resgate vegetativo por alporquia de genótipos adultos de urucum (*Bixa orellana* L.). **Ciência Florestal**, v. 20, n. 3, p. 403-410, 2010. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050982055>

NISHA, J.; SIRIL, E. A.; NAIR, G. M. Reproductive characterization and preliminary studies on controlled breeding of Annatto (*Bixa orellana* L.). **Plant Systematics and Evolution**, v. 298, p. 239-250, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00606-011-0541-0>

PECH-HOIL, R.; FERRER, M. M.; AGUILAR-ESPINOSA, M.; VALDEZ-OJEDA, R. A.; GARZA-CALIGARIS, L. E.; RIVERA-MADRID, R. Variation in the mating system of *Bixa orellana* L. (achiote) under three different agronomic systems. **Scientia Horticulturae**, v. 223, p. 31-37, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.05.031>

PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. F. S. P. Dinâmica do crescimento vegetal. In: CARVALHO, C. A. L. et al. **Tópicos em Ciências Agrárias**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2009. p. 39-53.

REVILLA, J. **Plantas da Amazônia: oportunidades econômicas e sustentáveis**. 2. ed. Manaus: Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico, 2001. p. 201-205.

SANTANA, K. C. da. **Seleção de Genótipos de urucueiros (*Bixa orellana* L.) da Variedade Bico de Pato no Estado da Bahia**. 63 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2006.

SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; SOUSA, P. J. S.; SOUZA, I. V. B. Seleção de urucueiros (*Bixa orellana*) superiores do tipo cultivado bico de pato na região de vitória da Conquista, BA. **Revista Brasileira de Corantes Naturais**, v. 1, n. 1, p.106-113, 1992.

SILVA, J. A. T. da. ZENG, S.; GODOY-HERNÁNDEZ, G.; RIVERA-MADRID, R.; DOBRÁNSZKI, J. *Bixa orellana* L. (achiote) tissue culture: a review. **In Vitro Cellular & Developmental Biology**, v. 55, p. 231–241, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.05.031> [10.1007/s11627-019-09969-3](https://doi.org/10.1007/s11627-019-09969-3)

SIRIL, E. A.; JOSEPH, N. Micropropagation of annatto (*Bixa orellana* L.) from mature tree and assessment of genetic fidelity of micropropagated plants with RAPD markers. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 19, n. 1, p. 147 - 155, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12298-012-0150-6>

Recebido em: 27/09/2021

Aprovado em: 13/02/2023