

Resposta do Urucuzeiro à Fertilização com Nitrogênio, Fósforo e Potássio



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
151**

**Resposta do Urucuzeiro à Fertilização
com Nitrogênio, Fósforo e Potássio**

*João Elias Lopes Fernandes Rodrigues
Victor Paulo de Oliveira
Sônia Maria Botelho
Raimundo Parente de Oliveira
Maria Carolina Sarto Fernandes Rodrigues*

Disponível no endereço eletrônico:
<https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/publicacoes>

Embrapa Amazônia Oriental
Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
CEP 66095-903, Belém, PA
Fone: (91) 3204-1000
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicação

Presidente
Bruno Giovany de Maria

Secretária-Executiva
Luciana Gatto Brito

Membros
Alexandre Mehl Lunz, Alfredo Kingo Oyama Homma, Alysson Roberto Baizi e Silva, Andréa Liliane Pereira da Silva, Laura Figueiredo Abreu, Luciana Serra da Silva Mota, Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana, Vitor Trindade Lôbo, Patricia de Paula Ledoux Ruy de Souza

Supervisão editorial
Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Revisão de texto
Izabel Cristina Drulla Brandão

Normalização bibliográfica
Luiza de Marillac P. Braga Gonçalves

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Tratamento de Ilustrações e editoração eletrônica
Vitor Trindade Lôbo

Foto da capa
Victor Paulo de Oliveira

1ª edição
Publicação digital - PDF (2021)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Amazônia Oriental

Resposta do urucuzeiro à fertilização com nitrogênio, fósforo e potássio / João Elias Lopes Fernandes Rodrigues... [et al.]. — Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2021.

13 p. : il. — (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0483; 151).

1. Urucum. 2. *Bixa orellana*. 3. Corante natural. 4. Semente. 5. Solo. I. Rodrigues, João Elias Lopes Fernandes. II. Embrapa Amazônia Oriental. III. Série.

CDD 21 ed. 583.625

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e métodos	8
Resultados e discussão.....	9
Conclusões.....	12
Agradecimentos.....	12
Referências	13

Resposta do Urucuzeiro à Fertilização com Nitrogênio, Fósforo e Potássio

João Elias Lopes Fernandes Rodrigues¹

Victor Paulo de Oliveira²

Sônia Maria Botelho³

Raimundo Parente de Oliveira (in memoriam)⁴

Maria Carolina Sarto Fernandes Rodrigues⁵

Resumo – Na literatura são escassos trabalhos sobre fertilização para plantas produtoras de corantes. Assim, objetivou-se determinar a resposta do urucuzeiro (*Bixa orellana* L.) à fertilização com nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Um experimento de campo foi conduzido em São Francisco do Pará, PA, cujos tratamentos foram 3 doses de N, P₂O₅ e K₂O combinadas em esquema fatorial 3 x 3 x 3, em delineamento em blocos ao acaso com 3 repetições. As doses de N foram 18 kg ha⁻¹, 36 kg ha⁻¹ e 72 kg ha⁻¹; 36 kg ha⁻¹, 72 kg ha⁻¹ e 144 kg ha⁻¹; e 72 kg ha⁻¹, 144 kg ha⁻¹ e 288 kg ha⁻¹ no 1º, 2º e 3º ano em diante, respectivamente. As doses de P₂O₅ foram as mesmas do N. As doses de K₂O foram 30 kg ha⁻¹, 60 kg ha⁻¹ e 120 kg ha⁻¹; 60 kg ha⁻¹, 120 kg ha⁻¹ e 240 kg ha⁻¹; e 120 kg ha⁻¹, 240 kg ha⁻¹ e 480 kg ha⁻¹ no 1º, 2º e 3º ano em diante, respectivamente. A produção de sementes de urucum foi avaliada no 2º, 3º, 4º e 5º ano após o plantio. As menores doses de N, P₂O₅ e K₂O foram suficientes para sustentar as produtividades registradas ao longo dos anos de avaliação, exceto quando a produtividade foi superior a 1 mil quilogramas por hectare, o que exigiu aplicação da dose de 144 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Termos para indexação: *Bixa orellana*, corante natural, fertilizante, produtividade de sementes.

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

² Engenheiro-agrônomo, Biotropical Consultoria LTDA, São José do Rio Preto, SP

³ Engenheira-agrônoma, mestre em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

⁴ Engenheiro-agrônomo, mestre em Estatística Experimental, analista da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

⁵ Engenheira-agrônoma, TIMAC Agro, Belém, PA

Response of Annatto to Fertilization with Nitrogen, Phosphorus and Potassium

Abstract – In literature there are few studies on fertilization for dye-producing plants. The objective of this work was to determine the response of annatto (*Bixa orellana* L.) to fertilization with nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K). A field experiment was conducted in São Francisco do Pará, Pará State, Brazil. Treatments were 3 rates of N, P₂O₅ and K₂O combined in a 3 x 3 x 3 factorial scheme, in a randomized block design with 3 replicates. The rates of N were 18 kg ha⁻¹, 36 kg ha⁻¹ and 72 kg ha⁻¹; 36 kg ha⁻¹, 72 kg ha⁻¹ and 144 kg ha⁻¹; and 72 kg ha⁻¹, 144 kg ha⁻¹ and 288 kg ha⁻¹ in the first, second and third year onwards, respectively. The rates of P₂O₅ were the same as for N. The rates of K₂O were 30 kg ha⁻¹, 60 kg ha⁻¹ and 120 kg ha⁻¹; 60 kg ha⁻¹, 120 kg ha⁻¹ and 240 kg ha⁻¹; and 120 kg ha⁻¹, 240 kg ha⁻¹ and 480 kg ha⁻¹ in the first, second and third year onwards, respectively. The seed production of annatto was evaluated in the second, third, fourth and fifth year after planting. The lowest rates of N, P₂O₅ and K₂O were sufficient to sustain the yields recorded over the years of evaluation, except when the yield was greater than 1,000 kg ha⁻¹, which required the application of the rate of 144 kg P₂O₅ ha⁻¹.

Index terms: *Bixa orellana*, fertilizer, natural colorant, seed yield.

Introdução

O urucuzeiro (*Bixa orellana* L.) é uma planta arbórea proveniente da América tropical, pertencente à flora amazônica (Castro et al., 2009). A importância econômica dessa planta advém do uso das suas sementes para produção de corantes empregados na culinária e na indústria alimentícia. Estima-se que, no Brasil, o urucum represente cerca de 90% do mercado de corantes naturais, e no mundo, 70% (Fabri; Teramoto, 2015). Em razão dessa grande participação mercadológica, o urucum desperta o interesse de produtores rurais das mais variadas regiões brasileiras.

Na região Norte, que engloba a maior parte da Amazônia, o urucuzeiro é cultivado principalmente no estado do Pará, o qual responde por mais de 50% da produção regional de urucum (Fabri; Teramoto, 2015). Apesar dessa representatividade, o pouco conhecimento disponível sobre a necessidade específica de nutrientes minerais da espécie ainda é um importante entrave à expansão da cultura no estado, uma vez que os solos da região parecem não atender a demanda nutricional da planta (Falesi; Kato, 1992).

Estudos sobre a nutrição mineral do urucuzeiro são incipientes. Um dos primeiros trabalhos sobre o tema mostrou, em condições controladas, que a planta é mais sensível à carência de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e magnésio (Mg) em comparação com a carência de cálcio (Ca), enxofre (S) e boro (B) (Haag et al., 1988). Posteriormente, determinou-se a extração de nutrientes da planta por meio de um experimento de campo, cujos resultados apontaram a seguinte ordem decrescente de nutrientes extraídos: $N > K = Ca > Mg > P > S > \text{ferro (Fe)} > \text{manganês (Mn)} > B > \text{zinco (Zn)} > \text{cobre (Cu)}$ (Haag et al., 1992). Desse ponto em diante, os estudos básicos parecem ter cessado.

Na região amazônica, os únicos trabalhos mais robustos sobre fertilização mineral para o urucuzeiro indicaram respostas produtivas aparentemente mais relevantes ao fornecimento de P, ao passo que aplicação de N e K foi pouco expressiva (Elias et al., 2002; Dinkelmeyer et al., 2003). Contudo, esses estudos foram feitos em sistemas agroflorestais, os quais, pela complexa interação entre as plantas que os compõem, não poderiam ter seus resultados extrapolados para plantações homogêneas de urucuzeiro.

Em razão da importância do urucuzeiro para o mercado de corantes naturais e da evidente carência de resultados de pesquisa sobre o uso de fertilizantes minerais em suas plantações, o objetivo deste trabalho foi determinar a resposta da cultura à fertilização com nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K).

Material e métodos

O experimento de campo foi instalado na Agroindustrial Biotropical, localizada no município de São Francisco do Pará, estado do Pará, com as coordenadas 1°18'3"S, 47°56'53"W e altitude de 47 m. O clima da região é Am, similar ao de Belém, segundo classificação de Köppen, com pluviosidade anual de 2.550 mm, temperatura média anual de 24,9 °C e umidade relativa do ar média de 89% (INMET, 2019). O solo da área experimental, com aspecto de um Latossolo Amarelo, apresentou as seguintes características químicas antes da instalação do experimento: matéria orgânica (MO) = 8 g kg⁻¹, pH (H₂O) 4,5, P (Mehlich-1) = 2 mg dm⁻³, K = 0,11 cmol_c dm⁻³, Ca+Mg trocáveis = 0,8 cmol_c dm⁻³ e Al trocável = 0,9 cmol_c dm⁻³.

O experimento foi um fatorial 3 x 3 x 3 (3 doses de N, 3 doses de P₂O₅ e 3 doses de K₂O), instalado em blocos ao acaso com três repetições. As doses anuais de N, P₂O₅ e K₂O estão apresentadas na Tabela 1 e foram fornecidas com ureia (45% de N total), superfosfato triplo granulado (45% de P₂O₅ solúvel em CNA+H₂O) e cloreto de potássio granulado (60% de K₂O solúvel em H₂O), respectivamente.

O solo da área experimental recebeu calcário em quantidade calculada para elevar o teor de Ca+Mg 2 cmol_c dm⁻³. Trinta dias depois da calagem, em fevereiro de 1993, mudas de urucuzeiro (cultivar Piave Vermelha) foram plantadas no espaçamento de 7 m entre linhas e 2,5 m entre plantas na linha. Em cada cova de plantio, foram aplicados 1 kg de torta de mamona e todo o P previsto para 1993, em conformidade com os tratamentos (Tabela 1). Em cada ano, as doses de N, P₂O₅ e K₂O contidas na Tabela 1, exceto as de P₂O₅ aplicadas em 1993, como informado anteriormente, foram divididas em duas parcelas iguais, uma aplicada em maio e a outra em outubro, com os fertilizantes sendo distribuídos sobre o solo, na região da projeção da copa das plantas.

Tabela 1. Doses anuais de N, P₂O₅ e K₂O aplicadas ao solo para urucuzeiro.

Nutriente	Dose do nutriente por ano (kg ha ⁻¹)				
	1993	1994	1995	1996	1997
N	18	36	72	72	72
	36	72	144	144	144
	72	144	288	288	288
P ₂ O ₅	18	36	72	72	72
	36	72	144	144	144
	72	144	288	288	288
K ₂ O	30	60	120	120	120
	60	120	240	240	240
	120	240	480	480	480

A produção de sementes de urucum foi avaliada em cinco plantas por parcela, durante quatro safras consecutivas (de 1994 a 1997), com as colheitas das sementes sendo realizadas de maio a dezembro de cada ano. A produtividade de sementes foi expressa em quilograma por hectare.

Os resultados de produtividade de cada ano e da produtividade acumulada ao longo dos anos de avaliação (1994 a 1997) foram submetidos à análise de variância (Anova), após checagem da homocedasticidade pelo teste de Levene e da normalidade pelo teste de Lilliefors. O nível de significância adotado em todos os testes foi de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas no R (R Core Team, 2018).

Resultados e discussão

As doses de N e K₂O não influenciaram a produtividade anual e acumulada de sementes de urucum (Tabela 2). A falta de resposta da planta à fertilização com N também foi observada por Elias et al. (2002), os quais chegaram a sugerir que a aplicação de fertilizante nitrogenado poderia ser desnecessária.

A ausência de efeito das doses de N pode estar ligada à exigência de N da planta. Haag et al. (1992) estimaram acúmulo de 19,88 kg ha⁻¹ de N na parte aérea de urucuzeiro com quase 15 meses de idade. Cálculos baseados nos dados de Dinkelmeyer et al. (2003) mostram que plantas com cerca de

6 anos de idade, em plantações homogêneas, poderiam acumular na parte aérea ao redor de 95 kg ha⁻¹ de N, o que parece ser relativamente pouco considerando o longo tempo de acumulação. Eucaliptos com 6,5 anos de idade, por exemplo, acumulam quantidades bem maiores na parte aérea, podendo atingir valores entre 217 kg ha⁻¹ e 483 kg ha⁻¹ de N (Santana et al., 2008). Se realmente o urucuzeiro não é tão exigente em N, então as menores doses anuais do nutriente (Tabela 1), somadas com o N proveniente da mineralização da MO do solo, foram suficientes para atender a demanda da planta, de modo a sustentar os patamares de produtividade apresentados na Tabela 3.

Tabela 2. Resumo da Anova para produtividade anual e produtividade acumulada (1994–1997) de sementes de urucum em razão de doses de N, P₂O₅ e K₂O.

Fonte de variação	Valor-p para produtividade				
	1994	1995	1996	1997	1994–1997
Dose de N (N)	0,145	0,552	0,588	0,582	0,154
Dose de P ₂ O ₅ (P ₂ O ₅)	0,589	0,294	<0,001	0,234	0,005
Dose de K ₂ O (K ₂ O)	0,465	0,626	0,514	0,133	0,504
N x P ₂ O ₅	0,633	0,468	0,307	0,984	0,514
N x K ₂ O	0,921	0,342	0,545	0,963	0,619
P ₂ O ₅ x K ₂ O	0,572	0,483	0,808	0,398	0,601
N x P ₂ O ₅ x K ₂ O	0,254	0,863	0,384	0,613	0,674

A falta de resposta às doses de K também parece estar associada à exigência do nutriente pela planta. No estudo de Haag et al. (1992), urucuzeiro com 15 meses de idade acumulou apenas 9,67 kg ha⁻¹ de K na parte aérea. Em plantas adultas, com 7 anos de idade, quantidade maior, mas ainda assim relativamente baixa, foi constatada, tendo sido acumulados 54 kg ha⁻¹ de K (Elias et al., 2002). Da mesma forma que para o N, as menores doses anuais de K (Tabela 1), somadas com o K nativo do solo, foram suficientes para atender a demanda da planta, de modo a sustentar as produtividades registradas ao longo do período de avaliação.

Tabela 3. Produtividade anual e produtividade acumulada (1994–1997) de sementes de urucum em razão de doses de N, P₂O₅ e K₂O.

Nutriente	1993		1994		1995		1996		1997		1994–1997	
	Dose do nutriente	Produtividade de sementes										
	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹										
N	18	36	408	72	751	72	1.048	72	1.048	72	839	3.046
	36	72	371	144	730	144	1.016	144	1.016	144	772	2.890
	72	144	339	288	812	288	1.082	288	1.082	288	825	3.059
P ₂ O ₅	18	36	355	72	699	72	893 b	72	893 b	72	745	2.694 b
	36	72	372	144	773	144	1.137 a	144	1.137 a	144	834	3.116 a
	72	144	391	288	821	288	1.115 a	288	1.115 a	288	857	3.184 a
K ₂ O	30	60	382	120	793	120	1.011	120	1.011	120	848	3.034
	60	120	388	240	722	240	1.048	240	1.048	240	732	2.890
	120	240	348	480	779	480	1.086	480	1.086	480	857	3.070

Médias seguidas por diferentes letras, para P₂O₅ em 1996, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Assim como ocorreu para N e K_2O , não houve efeito significativo das doses de P_2O_5 sobre a produtividade de sementes nos anos de 1994, 1995 e 1997 (Tabela 2). Por outro lado, aplicação de P aumentou a produtividade da planta em 1996 e também a produtividade acumulada ao longo do tempo de experimentação (1994–1997) (Tabela 2). O aumento na produtividade ocorreu da dose de 72 kg ha^{-1} de P_2O_5 para a dose de 144 kg ha^{-1} de P_2O_5 , sem benefício adicional pela aplicação de 288 kg ha^{-1} de P_2O_5 . Incremento na produção devido à fertilização fosfatada também foi constatado por Elias et al. (2002). A explicação para a resposta positiva ao P observada no presente estudo pode estar na mais alta produtividade de sementes registrada em 1996 (Tabela 3), que poderia então ter elevado a demanda da planta por mais P, fazendo com que houvesse resposta à aplicação do fertilizante fosfatado.

Conclusões

O urucuzeiro não aumentou a produtividade de sementes com doses de N superiores a 18 kg ha^{-1} , 36 kg ha^{-1} e 72 kg ha^{-1} no 1º, 2º e 3º ano em diante, respectivamente, e com doses de K_2O superiores a 30 kg ha^{-1} , 60 kg ha^{-1} e 120 kg ha^{-1} no 1º, 2º e 3º ano em diante, respectivamente.

Doses de P_2O_5 acima de 18 kg ha^{-1} , 36 kg ha^{-1} e 72 kg ha^{-1} no 1º, 2º e 3º ano em diante, respectivamente, não aumentaram as produtividades de sementes, exceto quando a produtividade foi superior a 1 mil quilogramas por hectare, o que exigiu aplicação da dose de 144 kg ha^{-1} de P_2O_5 .

Agradecimentos

À Embrapa, pelo apoio financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa.

À Agroindustrial Biotropical Ltda, pelo apoio logístico e parceria neste trabalho.

Ao Dr. Alysson Roberto Baizi e Silva, pela colaboração nas análises estatísticas dos dados experimentais deste artigo.

Aos revisores, pela colaboração na revisão do texto.

Referências

- CASTRO, C. B. de; MARTINS, C. da S.; FALESI, I. C.; NAZARÉ, R. F. R. de; KATO, O. R.; BENCHIMOL, R. L.; MAUÉS, M. M. **A cultura do urucum**. 2. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 61 p. (Coleção Plantar, 64).
- DINKELMEYER, H.; LEHMANN, J.; RENCK, A.; TRUJILLO, L.; SILVA JUNIOR, J. P. da; GEBAUER, G.; KAISER, K. Nitrogen uptake from ¹⁵N-enriched fertilizer by four tree crops in an Amazonian agroforest. **Agroforestry Systems**, v. 57, p. 213-224, 2003.
- ELIAS, M. E. A.; SCHROTH, G.; MACÊDO, J. L. V.; MOTA, M. S. S., D'ANGELO, S. A. Mineral nutrition, growth and yields of annatto trees (*Bixa orellana*) in agroforestry on an Amazonian Ferralsol. **Experimental Agriculture**, v. 38, n. 3, p. 277-289, 2002.
- FABRI, E. G.; TERAMOTO, J. R. S. Urucum: fonte de corantes naturais. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 1, p. 140, 2015.
- FALESI, I. C.; KATO, O. R. **A cultura do urucu no norte do Brasil**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1992. 47 p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 65).
- HAAG, H. P.; DECHEN, A. R.; ROSOLEN, D. L. Carência de macronutrientes e de boro em plantas de urucu. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 45, p. 423-431, 1988.
- HAAG, H. P.; ROSALEN, D. L.; SIMÃO, S.; MINAMI, K. Crescimento, absorção e exportação de nutrientes por uma cultura de urucu. **Scientia Agricola**, v. 49, n. spe, p. 53-60, 1992.
- INMET. **Banco de dados meteorológicos do INMET**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.org.br/>. Acesso em: 11 nov. de 2019.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Viena: R Foundation for Statistical Computing, 2018.
- SANTANA, R. C.; BARROS, N. F. de; NOVAIS, R. F.; LEITE, H. G.; COMERFORD, N. B. Alocação de nutrientes em plantios de eucalipto no Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. spe, p. 2723-2733, 2008.



Amazônia Oriental

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

CGPE 017021