



Foto: Liv Soares Severino

OBJETIVOS DE  
DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL12 CONSUMO E  
PRODUÇÃO  
RESPONSÁVEISCOMUNICADO  
TÉCNICO

379

Campina Grande, PB  
Outubro, 2021

# Marcha de absorção de macronutrientes na mamoneira híbrida de porte baixo em Mato Grosso

Liv Soares Severino  
Genivaldo David de Souza Schlick  
Max Proêza de Paula  
Taníria Iaiay dos Santos  
Eunice Cláudia Schlick Souza

# Marcha de absorção de macronutrientes na mamoneira híbrida de porte baixo em Mato Grosso<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Liv Soares Severino, Engenheiro-Agrônomo, D.Sc. em agronomia, pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB. Genivaldo David de Souza Schlick, Doutor em Agronomia, Docente do Instituto Federal de Mato Grosso, Campo Novo do Parecis-MT. Max Prêza de Paula, acadêmico de bacharelado em agronomia do Instituto Federal do Mato Grosso, Campo Novo do Parecis. Taniria Iaiay dos Santos de Paula, acadêmica de bacharelado em agronomia no Instituto Federal do Mato Grosso. Campo Novo do Parecis. Eunice Cláudia Schlick Souza, Doutora em Agronomia (Entomologia), Professora EBTT no Instituto Federal de Mato Grosso, Campo Novo do Parecis-MT

## Introdução

O óleo de mamona (*Ricinus communis*) tem grande demanda na indústria química mundial para ser utilizado em diversos produtos. Essa cultura é atraente para várias regiões do Brasil, principalmente por sua característica de boa tolerância à seca no cultivo em segunda safra e pelo seu efeito supressor de algumas espécies de nematoides que causam redução de produtividade em outras lavouras agrícolas. Os avanços na tecnologia de produção de mamona estão possibilitando sua expansão para novas regiões de cultivo. A mamona é principalmente uma opção para rotação de culturas no sistema soja-milho-algodão e para cultivo sob irrigação.

A obtenção de altas produtividades na cultura da mamona depende da adequada nutrição da planta. O estudo da marcha de absorção e exportação de nutrientes oferece informações úteis no planejamento da fertilização da cultura,

principalmente para otimizar o manejo da fertilidade de todo o sistema de produção. Este estudo foi conduzido com objetivo de disponibilizar dados sobre a extração e exportação de macronutrientes em uma variedade de mamona híbrida e de porte baixo, cultivada no sistema de produção em rotação com soja e milho em solo de cerrado, para o qual ainda há pouca informação.

Para realizar este estudo, foram coletadas amostras em talhões de produção comercial de mamona em sequeiro na Fazenda Água Azul (Campo Novo do Parecis-MT) plantados em 15/março/2020 com a variedade Tamar (híbrido de porte baixo). Foi estudado um talhão de solo arenoso e um de solo argiloso. A lavoura foi plantada após a colheita de milho no solo arenoso e de soja no solo argiloso. O manejo agrônômico seguiu os protocolos normais da fazenda. A adubação no plantio foi de 12 kg/ha de N, 54 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O (MAP e cloreto de potássio), complementadas

por duas adubações de cobertura com 45 kg/ha de N (ureia) aos 32 e 74 DAP. A coleta de amostras se iniciou aos 21 dias após o plantio (DAP) e se repetiu a cada 14 dias até os 105 DAP. Todas as coletas foram feitas com quatro repetições em cada talhão. As plantas colhidas foram secas, pesadas e analisadas quanto ao teor de macronutrientes. Após o início da floração, as plantas foram separadas em parte vegetativa e parte reprodutiva e essas duas partes foram analisadas separadamente. Na última coleta, a medição do teor de macronutrientes foi feita também nas sementes com objetivo de estimar a exportação de nutrientes. Esta publicação está relacionada aos objetivos de desenvolvimento sustentável 12 (Consumo e produção responsáveis).

## Acúmulo de biomassa e de nutrientes

O acúmulo de biomassa e a quantidade de nutrientes absorvida pela parte aérea da mamoneira são influenciadas por muitos fatores, como a variedade plantada, a fertilidade do solo, as doses aplicadas de adubo, a produtividade alcançada e a disponibilidade de água. Por essa razão, os valores apresentados nesse estudo devem ser utilizados apenas como uma referência para o planejamento do manejo de fertilizantes, mas sempre considerando que os valores exatos variam para cada lavoura.

Na composição química do solo nos dois talhões onde o estudo foi feito (Tabela 1), observou-se que o solo arenoso tinha pH mais próximo da neutralidade, menor teor de cálcio, potássio e matéria orgânica e maior teor de fósforo.

No solo argiloso, as primeiras estruturas reprodutivas já estavam presentes aos 48 DAP, enquanto que, no solo arenoso, o início da fase reprodutiva ocorreu mais tarde e as estruturas reprodutivas só foram detectadas aos 63 DAP (Figura 1). O acúmulo de biomassa na parte aérea da mamoneira atingiu o valor máximo aos 91 DAP com o pico de 4,9 t/ha no solo arenoso e de 7,6 t/ha no argiloso. No final do ciclo, a biomassa da parte reprodutiva era maior que a da parte vegetativa nos dois tipos de solo.

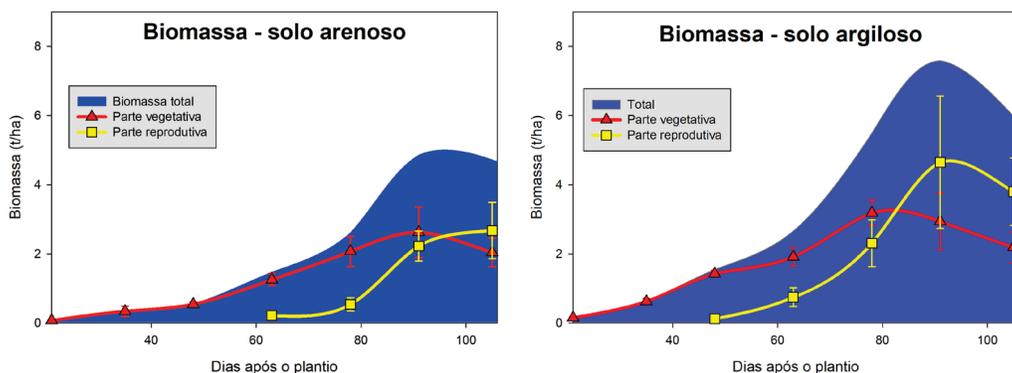
A redução da biomassa da parte aérea no final do ciclo é uma característica observada em todas as culturas anuais. Essa redução ocorre por diversas razões, como a queda de folhas e porque as reservas que inicialmente se acumulam nas folhas e caules na forma de amido se transformam em óleo nas sementes. A planta consome mais de 1 kg de amido para produzir 1 kg de óleo, pois os lipídeos têm maior densidade energética. Na análise desses resultados, deve sempre ser considerado que, além das sementes, a parte reprodutiva também inclui outras estruturas, como flores masculinas, talo do cacho, pedúnculo do fruto e a casca dos frutos.

**Tabela 1.** Características químicas de atributos de fertilidade dos solos nos talhões em que foram coletadas as amostras para o estudo de marcha de absorção de nutrientes na cultura da mamona (Fazenda Água Azul, Campo Novo do Parecis-MT).

	pH (H <sub>2</sub> O)	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	H+Al	Al <sup>+3</sup>	V (%)	P (mg/dm <sup>3</sup> )	Matéria orgânica (g/kg)
		(mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )								
Solo arenoso	6,0	22,3	6,6	0,1	0,4	38,0	0,0	43,7	23,2	23,4
Solo argiloso	5,6	30,5	6,9	0,1	1,8	99,8	1,5	28,2	15,4	41,0

Obs.: pH medido em água com relação solo: água de 1:2,5; extrator do cálcio, magnésio e alumínio: KCl 1 mol/L; extrator do sódio, potássio e fósforo: Mehlich-1; matéria orgânica medida pelo método de Walkley-Black.

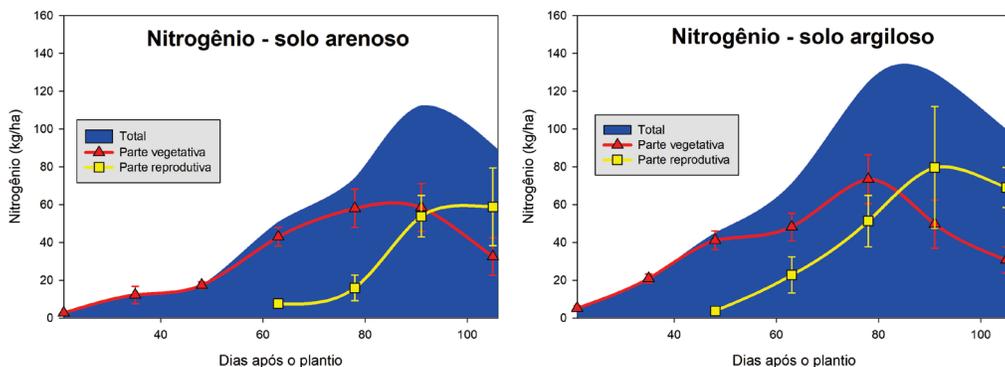
Fonte: Teixeira et al. (2017).



**Figura 1.** Acúmulo de biomassa (t/ha) na cultura de mamona, em solos do tipo arenoso e argiloso, em lavoura comercial, em Campo Novo do Parecis-MT.

A quantidade de nitrogênio na biomassa da parte aérea da mamoneira aumentou continuamente até os 91 DAP (Figura 2), quando a lavoura de mamona tinha 112 kg/ha de N no solo arenoso e 129 kg/ha de N no argiloso. A translocação de nitrogênio da parte vegetativa para a parte reprodutiva ocorreu de forma muito intensa entre 78 e 91 DAP no solo arenoso e entre 63 e 91 DAP no solo argiloso.

No planejamento da fertilização, deve ser considerado que a absorção do nutriente pela planta não ocorre no momento em que ele é detectado na parte aérea. Uma parte dos nutrientes absorvidos fica armazenada nas raízes e apenas são translocados para a parte aérea na fase de enchimento dos grãos. Por esta razão, o momento de fertilização de nutrientes como o nitrogênio não deve ser planejado em função de seu

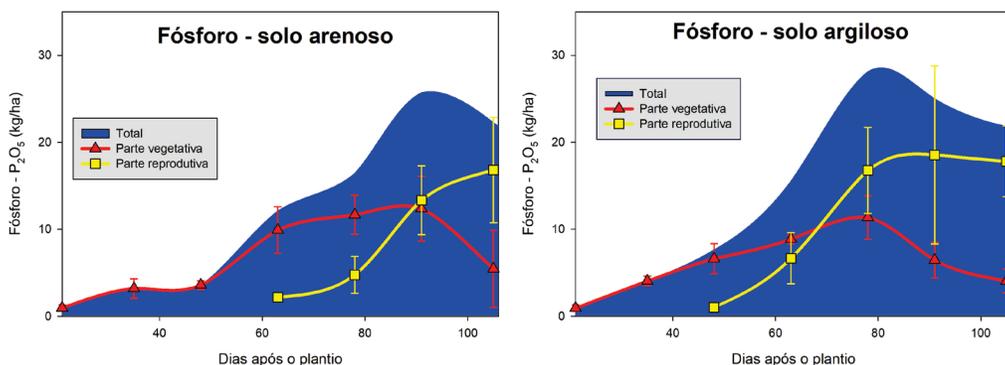


**Figura 2.** Acúmulo de nitrogênio (kg/ha) na cultura de mamona, em solos do tipo arenoso e argiloso, em lavoura comercial, em Campo Novo do Parecis-MT.

conteúdo medido na parte aérea, mas o nutriente precisa estar disponível no solo bem antes dessa fase.

A quantidade total de fósforo absorvida pela lavoura de mamona atingiu o máximo de 26 kg/ha no solo arenoso e 28 kg/ha no solo argiloso (Figura 3). A quantidade máxima de fósforo no solo argiloso ocorreu aos 78 DAP, um pouco mais cedo do que foi observado para a

maior parte dos nutrientes. Uma particularidade do fósforo é que uma parcela maior desse nutriente é translocada para a parte reprodutiva e, possivelmente, armazenada nas sementes. Na última medição feita antes da colheita, a quantidade de fósforo remanescente na parte vegetativa em relação ao total da parte aérea correspondia a apenas 24% e 19% no solo arenoso e argiloso, respectivamente.

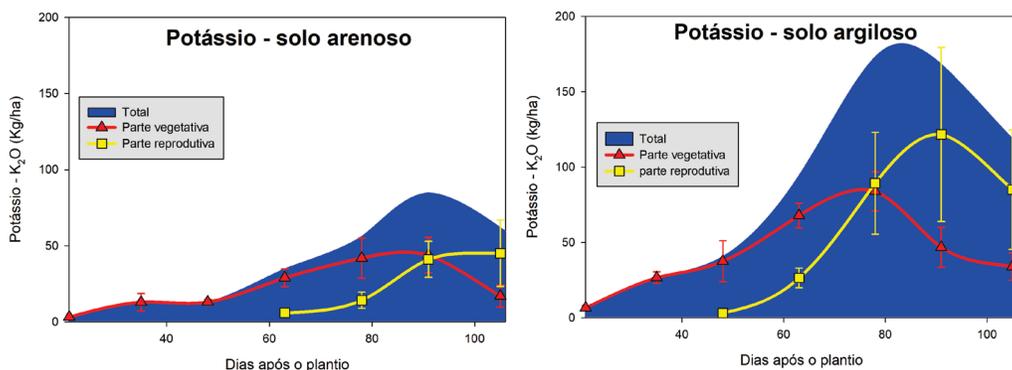


**Figura 3.** Acúmulo de fósforo ( $P_2O_5$ ) (kg/ha) na cultura de mamona, em solos do tipo arenoso e argiloso, em lavoura comercial, em Campo Novo do Parecis-MT.

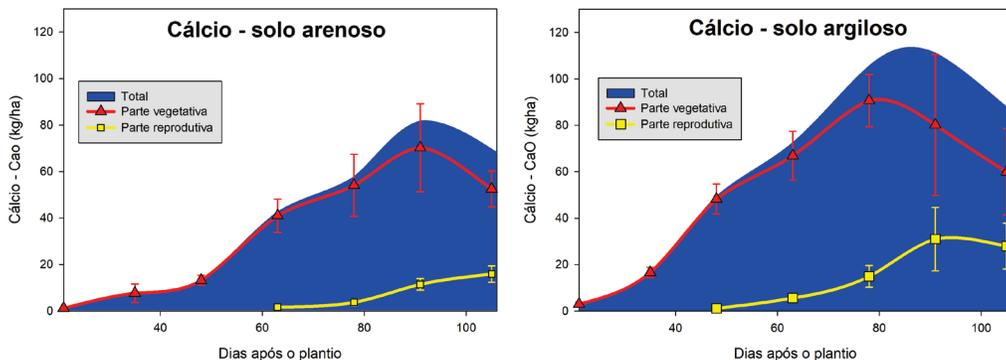
A quantidade total de Potássio absorvida pela lavoura de mamona foi de 85 kg/ha no solo arenoso e 173 kg/ha no solo argiloso (Figura 4). O solo arenoso tinha teores muito mais baixos de Potássio (Tabela 1) e essa característica se refletiu na quantidade do nutriente absorvida pela planta. Para comparação, uma lavoura de soja com produtividade de 3.150 kg/ha absorve cerca de 115 kg/ha de Potássio (Oliveira Júnior et al., 2014). Portanto, a lavoura de mamona extrai do solo quantidades relativamente altas desse nutriente. Porém, a quantidade de Potássio efetivamente exportada da lavoura por meio das sementes colhidas é pequena. Enquanto a quantidade total de Potássio acumulada na parte aérea é 4,8 vezes maior que a de fósforo, o teor de Potássio na semente é menor que o de fósforo (Tabela 2). Portanto, o Potássio é absorvido em grande quantidade para o crescimento da mamoneira, porém, o nutriente não é intensamente armazenado na semente. Para comparação, a semente de milho

possui teor de Potássio (22,3 kg/t) 4 vezes maior que o de fósforo (5,6 kg/t) (Von Pinho et al., 2009).

A quantidade total de cálcio acumulado pela lavoura de mamona foi de 82 kg/ha no solo arenoso e de 111 kg/ha no solo argiloso (Figura 5). Ao contrário do que se observou no fósforo, o cálcio foi pouco translocado para a parte reprodutiva da mamoneira, confirmando a característica deste nutriente de ter baixa capacidade de remobilização na planta. Aos 105 DAP, quando a lavoura estava pronta para ser colhida, a quantidade de cálcio remanescente na parte vegetativa em relação ao total da parte aérea correspondia a 75% no solo arenoso e 68% no argiloso. O cálcio é um nutriente que raramente causa redução de produtividade da mamoneira no Brasil, pois o seu fornecimento ocorre por meio da calagem para controle da acidez do solo. Em geral, a quantidade deste nutriente no solo é muitas vezes superior à demanda da planta.



**Figura 4.** Acúmulo de Potássio ( $K_2O$ ) (kg/ha) na cultura de mamona, em solos do tipo arenoso e argiloso, em lavoura comercial, em Campo Novo do Parecis-MT.

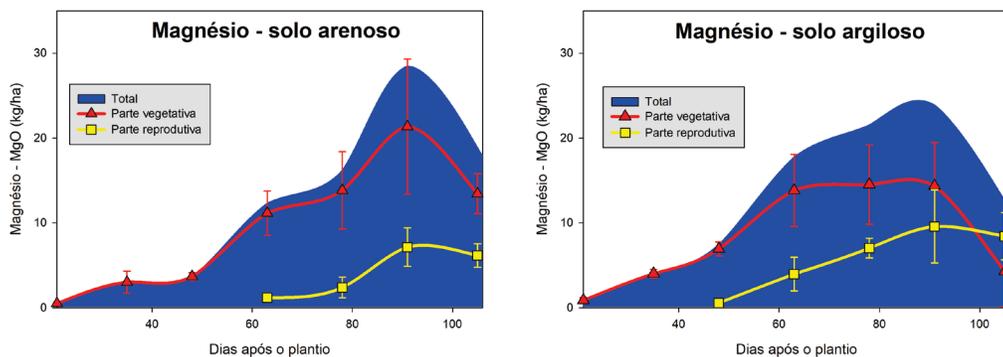


**Figura 5.** Acúmulo de cálcio (CaO) (kg/ha) na cultura de mamona, em solos do tipo arenoso e argiloso, em lavoura comercial, em Campo Novo do Parecis-MT.

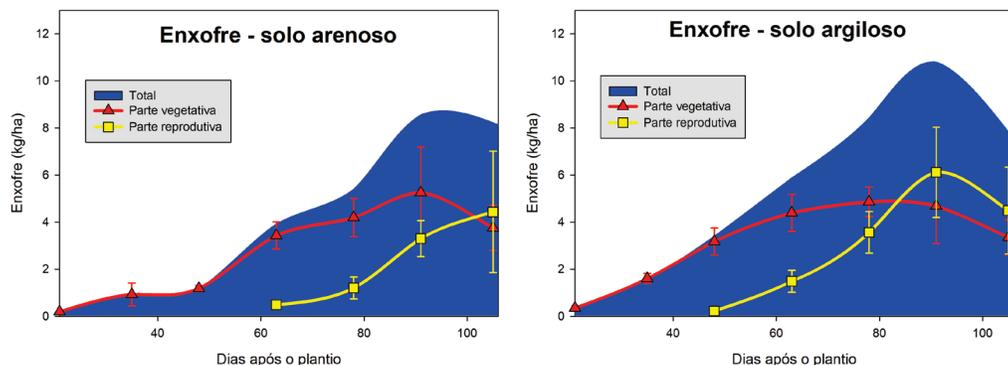
O acúmulo de magnésio na parte aérea da lavoura de mamona atingiu o pico de 29 kg/ha no solo arenoso e 24 kg/ha no argiloso (Figura 6). Este foi o único nutriente cuja quantidade absorvida foi maior nas plantas cultivadas no solo arenoso. Mesmo assim, a biomassa reprodutiva das plantas em solo argiloso foi maior e por isso uma fração maior desse nutriente foi translocada para os órgãos reprodutivos. A quantidade de magnésio

se reduziu drasticamente na parte vegetativa entre 91 e 105 DAP sem que o nutriente fosse translocado para a parte reprodutiva. Grande parte desta redução ocorreu porque o magnésio é um importante componente da clorofila e no final do ciclo ocorre intensa queda de folhas.

A extração de enxofre na lavoura de mamona atingiu o valor máximo de 9 kg/ha no solo arenoso e 11 kg/ha no solo argiloso (Figura 7). Na fase de



**Figura 6.** Acúmulo de magnésio (MgO) (kg/ha) na cultura de mamona, em solos do tipo arenoso e argiloso, em lavoura comercial em Campo Novo do Parecis-MT.



**Figura 7.** Acúmulo de enxofre (kg/ha) na cultura de mamona, em solos do tipo arenoso e argiloso, em lavoura comercial, em Campo Novo do Parecis-MT.

enchimento de grãos, a maior parte do enxofre foi translocado para a parte reprodutiva. Para comparação, uma lavoura de soja com produtividade de 3.150 kg/ha extraiu do solo entre 13 e 15 kg/ha de enxofre (Oliveira Júnior et al., 2014) e a cultura do milho extraiu entre 24 e 30 kg/ha de enxofre (Von Pinho et al., 2009).

## Exportação de macronutrientes

A exportação de macronutrientes é uma informação útil para o planejamento do manejo da fertilização no sistema em que se insere a cultura da mamona no Cerrado. Esses valores variam de acordo com a produtividade de cada lavoura e o cálculo deve ser feito considerando a produtividade esperada ou obtida. De forma geral, a fertilização deve pelo menos repor as quantidades que são exportadas da área por meio dos grãos colhidos.

Em algumas regiões do Brasil e em outros países, a mamona é colhida de forma manual e os cachos inteiros, incluindo talo e casca do fruto, são levados para fora da lavoura para secar e descascar. Quando este método de colheita é empregado, a exportação de nutrientes é consideravelmente mais alta que os valores obtidos neste estudo porque o conteúdo de nutrientes na casca do fruto, no pedúnculo e no talo é relevante. Com a adoção da colheita mecanizada, as sementes são descascadas ainda na lavoura, de forma que as demais partes da planta são retornadas ao solo e a exportação de nutrientes corresponde apenas ao conteúdo do próprio grão.

O grão de mamona possui alto teor de óleo (em torno de 48% do seu peso). Como o óleo não possui macronutrientes em sua composição - apenas carbono, oxigênio e hidrogênio - a quantidade de macronutrientes efetivamente exportada da área de cultivo é baixa (Tabela 2). Para exemplificar, considerando a média dos

**Tabela 2.** Teor de nutrientes na semente de mamona para cálculo de exportação de nutrientes de acordo com a produtividade.

	Nitrogênio (N) (kg/t)	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (kg/t)	Potássio (K <sub>2</sub> O) (kg/t)	Cálcio (CaO) (kg/t)	Magnésio (MgO) (kg/t)	Enxofre (SO <sub>4</sub> ) (kg/t)
Solo arenoso	26,8	9,8	6,9	5,1	3,1	2,0
Solo argiloso	31,7	10,1	7,5	4,3	2,7	1,9
Média	29,3	10,0	7,2	4,7	2,9	2,0

Obs.: medições feitas com a semente em base seca.

dois solos neste estudo, uma lavoura de mamona com produtividade de 1,2 t/ha de grão exporta 35 kg/ha de nitrogênio, 12 kg/ha de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 9 kg/ha de potássio (K<sub>2</sub>O), 6 kg/ha de cálcio (CaO), 3 kg/ha de magnésio (MgO) e 2 kg/ha de enxofre (SO<sub>4</sub>).

Os teores de nutrientes na semente de mamona parecem ser bastante estáveis, pois variam numa faixa estreita entre variedades, regiões de cultivo, primeira ou segunda safra e fertilidade do solo. As referências sobre o teor de macronutrientes são similares em variedades de mamona muito antigas (Canecchio Filho e Freire, 1958; Nakagawa e Neptune, 1971) e em híbridos mais modernos cultivados em São Paulo (Crusciol et al., 2012a; Nascimento et al., 2012).

Uma estimativa da extração e exportação de micronutrientes foi feita nos estudos de Nascimento et al. (2012) e Crusciol et al. (2012b). Para disponibilizar estes resultados resumidamente, a exportação de micronutrientes pela

semente de mamona, na média entre primeira e segunda safra, com os híbridos Lyra e Savana, foi de 25 g/t de Boro, 7 g/t de Cobre, 218 g/t de Ferro, 67 g/t de manganês, 0,17 g/t de molibdênio e 50 g/t de zinco.

## Sugestões de estudos sobre fertilização em mamona

Os valores de extração de nutrientes e de exportação por meio da semente não devem ser utilizados como recomendação de fertilizantes. Quando são feitos estudos de produtividade de mamona em função da fertilização, as recomendações de fertilização encontradas são muito diferentes das quantidades extraídas e exportadas. Por isso, a determinação da dose adequada de fertilizante deve ser feita em outro tipo de estudo.

A recomendação de adubação deve sempre considerar a análise química do solo. Uma parte dos nutrientes

necessários já está disponível e não precisa ser fornecida por meio de fertilizantes, mas apenas repostos para não exaurir o elemento no solo. Parte do nutriente aplicado por meio dos fertilizantes não se torna disponível para a planta, pois ele pode ser volatilizado, lixiviado, carregado para fora da área pelo escoamento de água ou ainda retido no solo de uma forma que as raízes não conseguem absorvê-lo (adsorvido nas partículas do solo, imobilizado pela matéria orgânica e microrganismos). A absorção dos nutrientes também é influenciada por outras características do solo como o pH, a umidade, a salinidade e o teor de alumínio.

Há poucos estudos sobre fertilização de mamona, principalmente para as variedades híbridas modernas em solos de cerrado. O Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) fez pesquisas com a cultura no Estado de São Paulo por vários anos e gerou a recomendação de adubação e calagem do Boletim 100 IAC (Rajj et al., 1997). Constatou-se que essa cultura é sensível à acidez do solo, responde bem a nitrogênio e a fósforo, mas pouco a potássio (é muito eficiente na absorção deste nutriente). Tem excelente capacidade de aproveitar a adubação residual do solo, feita em outras culturas. Seguem algumas sugestões de publicações científicas sobre adubação na cultura da mamona.

- Fertilização com NPK e micronutrientes em variedades de porte alto no Ceará (Severino et al., 2006a), com fósforo em variedades de porte alto em

Alagoas (Silva et al., 2011), com adubação orgânica, NPK e micronutrientes no Rio Grande do Norte (Severino et al., 2006b) e com fertilizantes orgânicos em variedades de porte alto na Paraíba (Fernandes et al., 2009).

- Fertilização de P em híbrido de porte baixo (Oliveira, 2017), adubação orgânica de variedade de porte baixo (Paixão et al., 2013), fertilização com nitrogênio sob efeito de salinidade (Nobre et al., 2012).

- Sintomas visuais de deficiência de nutrientes (Lavres Júnior et al., 2005) e (Ferreira et al., 2008). Deficiência de Boro a campo (Paulo et al., 1989).

## Agradecimentos

Este estudo foi apoiado pela empresa Terasol Óleos Vegetais em colaboração com a Embrapa para desenvolvimento de tecnologias para a cultura da mamona.

## Referências

- CANECCHIO FILHO, V.; FREIRE, E. S. Adubação da mamoneira: I - Experiências preliminares. **Bragantia**, v. 17, n. 19, p. 243-259, 1958. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87051958000100019>.
- CRUSCIOL, C. A. C.; NASCIMENTO, M. S.; FERNANDES, A. M.; ZANOTTO, M. D. Extração e exportação de nutrientes pelo híbrido de mamona Savana: I – Macronutrientes. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, s. 1, p. 2619-2636, 2012a. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33Supl1p2619>.

- CRUSCIOL, C. A. C.; NASCIMENTO, M. S.; FERNANDES, A. M.; ZANOTTO, M. D. Extração e exportação de nutrientes pelo híbrido de mamona Savana: II – Micronutrientes. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, s. 1, p. 2637-2656, 2012b. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33Supl1p2637>.
- FERNANDES, J. D.; CHAVES, L. H. G.; DANTAS, J. P.; SILVA, J. R. P. Adubação orgânica e mineral no desenvolvimento da mamoneira. **Engenharia Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 358-368, 2009.
- FERREIRA, G. B.; SANTOS, A. C.; XAVIER, R. M.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; DANTAS, J. P.; FERREIRA, M. M. M.; MORAES, C. R. A.; SMIDERLE, O. J.; MILANI, M.; SOFIATTI, V. **Diagnose de deficiências minerais na cultura da mamona (*Ricinus communis* L.) e seu controle**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2008. 51 p. (Embrapa Roraima, Documentos, 10).
- LAVRES JÚNIOR, J. BOARETT, R. M.; SILVA, M. L. S.; CORREIA, D.; CABRAL, C. P.; MALAVOLTA, E. Deficiencies of macronutrients on nutritional status of castor bean cultivar Iris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 2, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005000200007>.
- NAKAGAWA, J.; NEPTUNE, A. M. L. Marcha de absorção de Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio na culturada mamoneira (*Ricinus communis*, L. ), cultivar “Campinas”. **Anais da ESALQ**, v. 28, p. 323-337, 1971.
- NASCIMENTO, M. S.; CRUSCIOL, C. A. C.; FERNANDES, A. M.; ZANOTTO, M. D. Nutrients extraction and exportation by castor bean hybrid Lyra.. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 36, p. 113-124, 2012.
- NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, E. P.; SOARES, L. A. A.; ALVES, A. N. Teor de óleo e produtividade da mamoneira de acordo com a adubação nitrogenada e irrigação com água salina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 7, p. 991-999, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012000700016>.
- OLIVEIRA JÚNIOR, A.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; FOLONI, J. S. S. Marcha de absorção e acúmulo de macronutrientes em soja com tipo de crescimento indeterminado. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 34., 2014, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2014. p. 133-136.
- OLIVEIRA, F. S. **Resposta da mamona de porte baixo à adubação fosfatada em cultivo convencional e adensado**. 2017. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, SP. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150388/oliveira\\_fs\\_me\\_bot.pdf?sequence=3](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150388/oliveira_fs_me_bot.pdf?sequence=3). Acesso em: 20 mar. 2020.
- PAIXÃO, F. J. R.; BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, C. A. V.; PIMENTEL, J. V. F.; CARLOS, J. A. P. Componentes da produção e produtividade de mamoneira BRS energia em função de diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada orgânica. **Applied Research and Agrotechnology**, v. 6, n. 3, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5935/PAeT.V6.N3.03>.
- PAULO, E. M.; BATAGLIA, O. C.; KASAI, F. S.; CAVICHIOLI, J. C. Deficiência de Boro em mamona. **Bragantia**, v. 48, n. 2, p. 241-247, 1989.
- RAIJ, van B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (ed.). **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285 p. (IAC. Boletim técnico, 100).

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; FREIRE, W. S. A.; CASTRO, D. A.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. M. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 563-568, 2006a. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006000400003>.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; FREIRE, W. S. A.; CASTRO, D. A.; CARDOSO, G. D.; VIRIATO, J. R.; BELTRÃO, N. E. M. Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 5, p. 879-882, 2006b. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006000500023>.

SILVA, D. F.; TRINDADE, R. C. P.; OLIVEIRA, M. W.; FERRO, J. H. A.; CALHEIROS, A. S. Matéria seca, concentração e acúmulo de nutrientes em mamoneira, influenciados pelas doses de fósforo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 2, p. 273-279, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v6i2a1164>.

TEIXEIRA, C. P.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (ed.). **Manual de métodos de análises de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2017. 574 p.

VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D.; PEREIRA, J. L. A. R.; REIS, M. C. Marcha de absorção de macronutrientes e acúmulo de matéria seca em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 8, n. 2, p. 157-173, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v8n2p157-173>.

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

**Embrapa Algodão**  
Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário  
CEP 58428-095, Campina Grande, PB  
Fone: (83) 3182 4300  
Fax: (83) 3182 4367  
[www.embrapa.br/algodao](http://www.embrapa.br/algodao)  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

1ª edição

Publicação digital - PDF (2021).

**Embrapa**

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações da Unidade Responsável

Presidente  
*João Henrique Zonta*  
Secretário-Executivo  
*Magna Maria Macedo Nunes Costa*

Membros  
*Nair Helena Castro Arriel, Geraldo Fernandes de Sousa Filho, Francisco José Correia Farias, Luiz Paulo de Carvalho, Rita de Cássia Cunha Saboya*

Supervisão editorial  
*Geraldo Fernandes de Sousa Filho*

Revisão de texto  
*Ivanilda Cardoso da Silva*

Normalização bibliográfica  
*Enyomara Lourenço Silva*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Geraldo Fernandes de Sousa Filho*

Foto da capa  
*Liv Soares Severino*

Patrocínio



CGPE 017009