



A interferência da planta daninha *Urochloa decumbens* no crescimento inicial do cafeeiro é dependente da fonte de fósforo?

Is the interference of the weed *Urochloa decumbens* in the initial growth of coffee plants dependent on the phosphorus source?

Letícia Lopes de Oliveira^a, André Cabral França^a, Douglas William Batista Porto^a, Ana Carolina Ferraro^b, Cleber Felipe de Oliveira^a

^a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri-UFVJM, Departamento de Ciências Agrárias, Campus JK, Rodovia MGT 367, Km 583, nº 5.000, Alto da Jacuba, Diamantina, Minas Gerais, Brasil. CEP:39100-000. E-mail: leticialopeso@hotmail.com, cabralfranca@yahoo.com.br, douglasw1996@hotmail.com, cleber-felipe@hotmail.com.

^b Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais-IFMG, Campus São João Evangelista. Av. Primeiro de Junho, n. 104, Bairro Centro, São João Evangelista, Minas Gerais, Brasil. CEP: 39705-000. E-mail: ana.ferraro@ifmg.edu.br.

ARTICLE INFO

Recebido 22 Nov 2022
Aceito 17 Jun 2024
Publicado 27 Ago 2024

ABSTRACT

The coffee tree presents slow initial growth, and crops in formation expose part of the soil, favoring the development of weeds. In this way, there is competition for space, light, and nutrients, such as the phosphorus applied when planting seedlings. Alternatives that minimize stresses related to nutrition and competition with weeds are needed. The objective was to evaluate the effects of different sources of phosphorus fertilization on the growth of young coffee trees (*Coffea arabica* L.) in competition with the weed *Urochloa decumbens*. The experiment was carried out in a greenhouse, in DBC with a 4 x 5 factorial scheme, referring to four levels of *U. decumbens* competition (null – coffee tree without competition, low – one plant/pot, medium – two plants/pot, and high – four plants/pot) and five sources of phosphorus (conventional MAP, MAP with coated polymer, pelleted organomineral, bran organomineral, and control treatment - without fertilization). Coffee plants and *U. decumbens* lived together for 120 days in the same pot. Coffee plant growth was evaluated regarding height, root and shoot dry matter, and leaf phosphorus content for coffee and *U. decumbens* plants. The weed proved to be a strong competitor, as the highest levels of infestation caused serious damage to the initial growth of the coffee tree. However, phosphate fertilization with the use of pelleted and bran organomineral provided a lower level of interference to coffee plant growth, minimizing the competitive advantage of the weed and providing better results for the variables of growth and phosphorus absorption.

Keywords: *Coffea arabica*, *Brachiaria*, phosphorus, efficiency, fertilizing.

RESUMO

O cafeeiro apresenta crescimento inicial lento, com isso, lavouras em formação deixam parte do solo exposto, favorecendo o desenvolvimento de plantas daninhas. Desta forma, ocorre à competição por espaço, luz, e por nutrientes, como o fósforo aplicado no plantio das mudas. Alternativas que minimizem os estresses relacionados à nutrição e competição com daninhas tornam-se necessárias. Objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes fontes de adubação fosfatada sobre o crescimento de cafeeiros jovens (*Coffea arabica* L.) em competição com a planta daninha *Urochloa decumbens*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em DBC, com esquema fatorial 4 x 5, referente a quatro níveis de competição de *U. decumbens* (nulo – cafeeiro sem competição, baixo – uma planta/vaso, médio – duas plantas/vaso e alto – quatro plantas/vaso) e cinco fontes de fósforo (MAP convencional, MAP com polímero revestido, organomineral pelotizado,



Journal of Environmental Analysis and Progress #2 2016
is licensed under CC BY-NC-SA 4.0

organomineral farelado e tratamento controle - sem adubação). As plantas de café e *U. decumbens* conviveram por 120 dias no mesmo vaso. O crescimento do cafeeiro foi avaliado quanto à altura, massa seca do sistema radicular e parte aérea e teor foliar de fósforo para as plantas de café e de *U. decumbens*. A planta daninha se mostrou uma forte competidora, pois os maiores níveis de infestação promoveram graves danos ao crescimento inicial do cafeeiro. Porém, as adubações fosfatadas com uso do organomineral peletizado e farelado proporcionaram menor nível de interferência ao crescimento do cafeeiro, minimizando a vantagem competitiva da planta daninha, proporcionando melhores resultados para as variáveis de crescimento e absorção do fósforo.

Palavras-Chave: *Coffea arabica*, *Braquiaria*, fósforo, eficiência, adubação.

Introdução

Um dos grandes desafios da cafeicultura consiste na adoção de sistemas de produção sustentáveis que minimizem perdas, principalmente de fertilizantes. Desta forma, é possível obter produtividades compatíveis com os investimentos realizados, almejando sempre a máxima produtividade econômica (Neto et al., 2016).

A maioria dos solos brasileiros possui baixa fertilidade natural, caracterizada principalmente pela deficiência de fósforo. Esta condição gera a necessidade de aplicar quantidades abundantes de fertilizantes a fim de obter altos rendimentos das culturas. Isso se deve principalmente à alta adsorção de íons fosfato pelos óxidos e hidróxidos de alumínio e ferro, abundantes em solos altamente intemperizados (Silva et al., 2018).

Os fertilizantes minerais solúveis permitem o fornecimento imediato dos nutrientes às plantas. Porém, uma parte dos nutrientes adicionados ao solo geralmente não é aproveitada pelas plantas devido a diversas causas, como perdas por fixação e imobilização. Somente de 5% a 20% do fósforo solúvel adicionado ao solo é aproveitado pela cultura (Lopes & Guilherme, 2000).

Além disso, a situação na qual a cultura se encontra tem influência na eficiência de absorção dos fertilizantes pelas plantas. A cultura do café demonstra ser altamente sensível a desequilíbrios nutricionais e, quando convivem competitivamente com plantas daninhas, estas se destacam pela eficácia e rapidez na utilização dos recursos, geralmente levando vantagem sobre o crescimento do cafeeiro, que por apresentar crescimento lento, permite que exerçam maior competição pelos nutrientes disponíveis (Fialho et al., 2012). A competição por nutrientes entre plantas de café e plantas daninhas é um fator limitante ao crescimento do cafeeiro, restringindo, até pela metade, o teor de macronutrientes e, podendo prejudicar em até 41% o desenvolvimento da cultura jovem (Carvalho et al., 2013).

Maciel et al. (2010) consideram as Poaceae e Asteraceae como as famílias de plantas daninhas mais relevantes existentes no Brasil. Entre as Poaceae, a braquiária *Urochloa decumbens*, têm grande predominância pela alta capacidade de produção de massa seca, tolerância à deficiência hídrica e capacidade de absorção de nutrientes em maiores profundidades do solo (Oliveira et al., 2015). Não obstante, no Brasil, é comum pecuarista migrarem para produção cafeeira, em períodos que os preços se encontram mais rentável (D'Antonino, et al., 2012). Alia-se a estes fatores, a composição do banco de sementes que determinam a presença da *U. decumbens* como planta daninha sobre a cultura do café, visto que apresenta certo grau de dormência nas sementes, e quando acontece a substituição da cultura na área, sementes depositadas podem germinar, fazendo com que está se torne uma forte competidora.

Desta forma, o uso de tecnologias que aumentem a eficiência de uso do fósforo é uma alternativa que pode ser adotada, tendo-se como finalidade a redução de perdas do nutriente. Além disso, possibilita uma disponibilização conforme o crescimento da cultura de interesse, que ainda diante de situações de estresse, como a competição com plantas daninhas, a planta conseguirá estabelecer o desenvolvimento satisfatório. Portanto, diferentes métodos de liberação de fontes de nutrientes vêm se destacando, dentre elas os que compreendem uma liberação lenta do nutriente (Machado & Souza, 2012). Fertilizantes que proporcionam uma liberação gradativa dos nutrientes, permitem uma diminuição considerável do contato imediato deste nutriente com os óxidos presentes no solo, que resultam em perdas do fósforo por fixação (Profiro, 2015).

Com isso, torna-se necessário acrescentar conhecimento ao nível específico das relações que ocorrem na competição das plantas daninhas com cafeeiro, assim como, obter respostas de crescimento relacionadas à adubação fosfatada. Diante desses fatos, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes fontes de adubações fosfatadas no crescimento inicial de plantas de *Coffea arabica* L.,

em competição com a planta daninha *U. decumbens*.

Material e Métodos

Conduziu-se o experimento durante 150 dias, em casa de vegetação em Diamantina-MG. Conforme a classificação climática de Köppen e Geiger, o clima predominante na região é do tipo Cwb, determinado pelo clima quente e temperado, com pluviosidade média anual de 1498 mm e temperatura média de 18,8°C, característico de inverno seco e verão úmido.

Desenvolveu-se o experimento em delineamento de blocos casualizados (DBC), no esquema fatorial 4 x 5, com quatro repetições. Utilizaram-se mudas de café (*C. arabica* L.) e quatro níveis de competição com *U. decumbens*: nulo (planta de café livre de competição), baixo (uma planta daninha/vaso), médio (duas plantas daninhas/vaso) e alto (quatro plantas daninhas/vaso), combinadas com cinco fontes de P₂O₅: MAP convencional, MAP revestido com polímero, organomineral farelado, organomineral peletizado, e tratamento controle sem adubação, em doses de 100% equivalentes a adubação fosfatada para o plantio de mudas de café (Guimarães et al., 1999), sendo convertida para o volume do vaso utilizado de 10 dm³.

Adquiriu-se as mudas em viveiro certificado, da cultivar Catuaí Vermelho IAC 144, com cinco pares de folhas definitivas, sendo transplantadas para vasos de polietileno, preenchidos com amostras de Latossolo Vermelho Distrófico, classificados segundo a EMBRAPA (2006), no qual apresentou os seguintes resultados: pH em água = 5,31; P = 2,38 mg dm⁻³; K = 119,46 mg dm⁻³; Ca = 1,90 cmolcdm⁻³; Mg = 0,83 cmolcdm⁻³; Al = 0,28 cmolcdm⁻³; H+Al = 4,70 cmolcdm⁻³; SB = 3,04 cmolcdm⁻³; t = 3,32 cmolcdm⁻³; T = 7,74 cmolcdm⁻³; m = 8%; V = 39%; teor de argila = 56%; teor de silte = 29%; teor de areia = 15%; M.O = 1,50 dag kg⁻¹.

Após 30 e 60 dias do transplantio das mudas de café, foram realizadas adubações, conforme descrito por Guimarães et al. (1999), em que se adicionou K₂O (5,38 g vaso⁻¹) e N (1,77 g vaso⁻¹) para todos os tratamentos.

As sementes de *U. decumbens* foram semeadas após 30 dias do transplantio do cafeeiro. Foi estabelecida a densidade almejada para cada nível de infestação por desbaste após a emergência das plantas daninhas, quando estas apresentavam dois pares de folhas definitivas, estabelecendo os quatro níveis de infestação (nulo, baixo, médio e alto), referentes a 0 plantas m⁻²; 20 plantas m⁻²; 42 plantas m⁻² e 82 plantas m⁻² respectivamente. Os

tratamentos culturais foram feitos manualmente e as irrigações aos vasos realizadas todos os dias até o final do experimento.

A partir do dia em que ocorreu a semeadura de *U. decumbens* e, após 120 dias da emergência das plantas daninhas, realizou-se a avaliação de altura e área foliar, sendo estimada de forma não destrutiva, usando a equação $AF = 0,6626 \times (CF \times LF)^{1,0116}$ (Antunes et al., 2008), sendo CF e LF o comprimento e a largura das folhas, respectivamente. Medidas iniciais e finais de crescimento das plantas foram utilizadas para o cálculo do incremento em altura e área foliar do cafeeiro.

Após 120 dias de convivência do cafeeiro com as plantas daninhas, ocorreu-se o encerramento do experimento. As plantas de café e plantas daninhas foram coletadas, separadas em caules, folhas e raízes; posteriormente, as raízes foram lavadas em água corrente e levadas para secagem em estufa (65°C), até atingir um peso de massa estável, para a determinação do peso de massa seca.

Após a secagem do material vegetal, as folhas das plantas de café e das plantas daninhas foram moídas em moinho tipo Willey e acondicionadas em sacos para posterior determinação do teor de fósforo (g kg⁻¹) do cafeeiro e da *U. decumbens*. Submeteu-se as amostras à digestão nítrica (HNO₃), em sistema fechado em forno micro-ondas, segundo metodologia descrita pela EMBRAPA (2009), no qual o teor de fósforo foi determinado por colorimetria (Malavolta et al., 1997).

Para interpretação dos dados, utilizou-se a análise de variância pelo teste F, no qual para análise dos efeitos significativos, as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. A análise de regressão foi realizada para o fator quantitativo dos níveis de infestação de plantas daninhas para o teor foliar de fósforo, com seleção dos modelos embasada no fenômeno biológico, na significância, e no seu coeficiente de determinação.

Resultados e Discussão

Observou-se efeito significativo (p<0,05) para as diferentes adubações, para as diferentes densidades de plantas daninhas e a interação entre os fatores para o incremento em altura de plantas e o peso de massa seca do sistema radicular do cafeeiro e das plantas de *U. decumbens*.

Ao analisar o crescimento do café, notou-se que a densidade das plantas daninhas, bem como as fontes e métodos de liberação do fósforo, interferiram na altura das plantas (Tabela 1).

Tabela 1. Incremento de altura de plantas jovens de café (*Coffea arabica* L.), em competição com densidades de *Urochloa decumbens* (0, 1, 2 e 4 plantas por vaso), após 120 dias de convivência sob adubações fosfatadas de liberação diferenciada. Fonte: Oliveira et al. (2022).

Adubações	Incremento de altura (cm)			
	Densidade de <i>Urochloa decumbens</i> por vaso			
	0	1	2	4
Controle	19,50 cA	17,62 bA	17,20 bA	15,75 bA
MAP Convencional	24,75 bA	20,70 aB	18,12 bC	17,25 bC
MAP Revestido	23,37 bA	21,20 aA	19,00 bB	18,12 bB
OM Farelado	23,25 bA	21,80 aA	20,50 aB	9,17 aB
OM Peletizado	27,35 aA	23,37 aB	22,50 aB	21,25 aB
CV (%)	9,80			

Controle: ausência de adubação, MAP Convencional: Fosfato monoamônio, MAP Revestido: Fosfato monoamônio revestido por polímero, OM Farelado: organomineral Farelado - MAP, OM Peletizado: organomineral peletizado - MAP. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O aumento da densidade de *U. decumbens* promoveu redução na altura das plantas de café. Além disso, verificou-se que sem a interferência de *U. decumbens*, a adubação com organomineral peletizado (OMP) proporcionou valor máximo para incremento na altura das plantas de café (27,35 cm). Para abaixo intensidade de competição (uma planta por vaso) somente o tratamento controle diferiu-se em relação às demais fontes de fertilizantes fosfatados. Quando ocorreu a competição em média e alta intensidade de plantas daninhas, as adubações com fontes de organomineral peletizado e farelado apresentaram maiores incrementos para altura das plantas de café, resultados satisfatórios diante da tecnologia de proteção do nutriente mesmo em competição com maiores intensidades de *U. decumbens*.

A altura das plantas permite ter uma estimativa formidável da predição do crescimento inicial no campo (Caldeira et al., 2014), sendo tecnicamente adotada como medida da capacidade de desempenho, correlacionada com o potencial de sobrevivência e desenvolvimento das mudas (Silva, 2018). Porém, algumas práticas de manejo, como a fonte de adubação utilizada e a competição com plantas daninhas, pode influenciar esta característica das plantas.

Conforme se aumentou a densidade de infestação de *U. decumbens*, a altura do cafeeiro foi

prejudicada, pois com o aumento da competição, ocorre a redução de recursos disponíveis para cada planta. No entanto, fica evidente, que as diferentes fontes fosfatadas influenciaram na altura das plantas de café, em que a adubação com os organominerais proporcionaram benefícios para as plantas de café, mesmo sob média e alta competição com plantas de *U. decumbens*, apresentando resultados com até 20% de acréscimo para as alturas do que o encontrado com o fertilizante MAP convencional.

Os organominerais são fertilizantes que apresentam em suas composições, compostos orgânicos associados aos nutrientes, resultando em uma maior eficiência do uso de fósforo pelas plantas e melhor controle das taxas de liberação dos nutrientes. Plantas com crescimento mais rápido competem mais efetivamente pela luz, evitando com que se tenha maior índice de sombreamento causado pelas plantas daninhas. A conciliação entre a liberação do fósforo e a demanda pela planta pode proporcionar ao cafeeiro um crescimento satisfatório diante da interferência das plantas daninhas.

Plantas de café submetidas às maiores densidades de *U. decumbens* apresentaram menor peso de massa seca da parte aérea, com redução significativa em todos os tratamentos para as fontes de adubações fosfatadas (Tabela 2).

Tabela 2. Pesos de massa seca da parte aérea de plantas jovens de café (*Coffea arabica* L.) em competição com densidades de *Urochloa decumbens* (0, 1, 2 e 4 plantas por vaso), após 120 dias de convivência sob adubações fosfatadas com liberação diferenciada. Fonte: Oliveira et al. (2022).

Adubação	Massa seca da parte aérea de plantas de café (g)			
	Densidade de <i>Urochloa decumbens</i> por vaso			
	0	1	2	4
Controle	30,53 dA	19,40 bB	17,34 bB	16,97 aB
MAP Convencional	41,94 cA	24,92 aB	21,75 aB	17,76 aC
MAP Revestido	50,70 aA	27,23 aB	19,79 bC	18,17 aC
OM Farelado	47,64 bA	25,62 aB	23,34 aB	16,59 aC

OM Peletizado	53,02 aA	26,06 aB	24,87 aB	20,38 aC
CV (%)	10,03			

Controle: ausência de adubação, MAP Convencional: Fosfato monoamônio, MAP Revestido: Fosfato monoamônio revestido por polímero, OM Farelado: organomineral Farelado - MAP, OM Peletizado: organomineral peletizado - MAP. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Para a comparação dos diferentes métodos de adubações, as plantas de café com ausência da competição apresentaram resultados superiores para a variável de massa seca da parte aérea quando adubadas com OMP e MAP revestido. Na baixa densidade de competição com *U. decumbens*, as adubações fosfatadas promovem resultados superiores da variável para plantas de café, diferindo-se apenas em relação ao tratamento controle, demonstrando a importância do fósforo no crescimento inicial da cultura em condições de interferência das plantas daninhas. Na competição com nível de duas plantas de *U. decumbens* por vaso, as plantas de café que receberam o fósforo por meio da adubação com MAP convencional, OMF e OMP, apresentaram acúmulos de massa seca de parte aérea superiores aos demais tratamentos. Em comparação aos diferentes métodos de adubações, as plantas jovens de café com alta intensidade de competição, não apresentaram diferenças significativas na variável de massa seca de parte aérea, demonstrando os efeitos negativos causados pela espécie daninha *U. decumbens*.

Os resultados encontrados confirmam que a convivência da planta daninha *U. decumbens* com plantas de café impõe limitação ao potencial de crescimento da cultura, causando redução da área fotossintética. Além disso, a agressividade da

competição gerada pela *U. decumbens* sobre o cafeeiro, reflete suas características, no qual a planta daninha é mais adaptada às condições de alta temperatura, de luminosidade e apresenta rápida taxa de crescimento, devido apresentar metabolismo C_4 . Sob condições de verão, com temperaturas mais altas, no qual as análises foram feitas, o cafeeiro tende a ser menos competitivo que *U. decumbens*, devido à sua maior taxa de transpiração, baixa eficiência no uso da água e menor taxa fotossintética.

No entanto, conforme observado para as variáveis de incremento em altura e área foliar, a adubação fosfatada com liberação lenta do nutriente permite um maior aproveitamento do fósforo para as plantas de café, resultados correlacionados ao acúmulo de massa seca de parte aérea. Plantas de café sob alta intensidade de competição, equivalente a uma estimativa de 82 plantas de *U. decumbens* m^{-2} , apresentaram uma menor perda, com valores superiores com cerca de 13% de massa seca da parte aérea quando adubadas com OMP, em relação à adubação com MAP convencional.

A intensa competição entre a planta daninha *U. Decumbens* com plantas jovens de café causou redução dos acúmulos do sistema radicular do cafeeiro conforme se aumentaram as densidades de competição (Tabela 3).

Tabela 3. Pesos de massa seca do sistema radicular de plantas jovens de café (*Coffea arabica* L.) em competição com densidades de *Urochloa decumbens* (0, 1, 2 e 4 plantas por vaso), após 120 dias de convivência sob adubações fosfatadas de liberação diferenciada. Fonte: Oliveira et al. (2022).

Adubações	Massa seca do sistema radicular de plantas de café (g)			
	Densidade de <i>U. decumbens</i> por vaso			
	0	1	2	4
Controle	10,72 cA	4,35 dB	3,57 cB	2,94 aB
MAP Convencional	12,70 bA	6,29 cB	4,79 bC	4,26 aC
MAP Revestido	12,86 bA	5,51 cB	5,19 bB	4,26 aB
OM Farelado	14,09 bA	10,12 bB	5,56 bC	4,37 aC
OM Peletizado	16,90 aA	11,78 aB	8,13 aC	5,51 aD
CV (%)	13,64			

Controle: ausência de adubação, MAP Convencional: Fosfato monoamônio, MAP Revestido: Fosfato monoamônio revestido por polímero, Organomineral Farelado: organomineral Farelado - MAP, Organomineral Peletizado: organomineral peletizado - MAP. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

As diferentes densidades de competição da planta daninha com o cafeeiro evidenciaram a importância da adubação fosfatada no

estabelecimento do sistema radicular do cafeeiro, com médias superiores e diferindo do controle. Nota-se que para todas as densidades de

competição de *U. decumbens* com plantas de café, a fonte de fertilizante OMP corresponde as maiores médias de massa seca do sistema radicular em plantas de café, evidenciando a vantagem e possível alternativa de utilização como fonte eficiente de fornecimento de fósforo para a cultura do cafeeiro quando submetidas a situações de estresse competitivo. O aumento da competição para a densidade de quatro plantas daninhas por vaso proporcionou efeitos negativos da interferência para todas as fontes de adubação, demonstrando os prejuízos causados pela *U. decumbens* quanto em competição com o cafeeiro.

O uso de alternativas para minimizar a competição por nutrientes deve ser eficaz, tendo como objetivo proporcionar o crescimento satisfatório das raízes e otimizar a relação com a parte aérea, que por sua vez é dependente da absorção de nutrientes e água pelo sistema radicular. Os fertilizantes OMP e OMF reduziram os danos causados pela competição, apresentando valores superiores para altura, massa seca da parte aérea e do sistema radicular do cafeeiro (Tabelas 1-3), demonstrando que o crescimento ocorreu de acordo com a distribuição do fósforo para o sistema radicular e a parte aérea das plantas.

O fertilizante organomineral peletizado é resultado da combinação do MAP como fonte mineral, sendo coberto por uma matriz composta por matéria orgânica. Conforme observado para a variável de acúmulo de massa seca do sistema radicular, tal fertilizante permitiu que as raízes do cafeeiro se desenvolvessem melhor, independente das densidades com as plantas daninhas, conferindo uma menor competição e promovendo

maior acúmulo de massa seca de raiz, variando de 23% a 47%, em comparação com a adubação convencional com MAP. O fósforo, é fortemente adsorvido pelos colóides do solo (Prochnow et al., 2019) e sua mobilidade no solo é baixa, ocorrendo predominantemente por difusão (Malavolta, 2006). Dessa forma, as fontes de adubações que proporcionem maior exploração do perfil do solo pelas raízes, permitem maiores absorções de nutrientes e água, beneficiando a cultura.

Os fertilizantes MAP convencional e MAP revestido não apresentaram diferenças significativas para a variável de massa seca radicular de plantas de café. Porém, ao fim do experimento ainda foram encontrados no solo, fertilizantes revestidos que não se haviam degradado. O fornecimento mais lento do nutriente pode justificar tais resultados, visto que o estudo trata do desenvolvimento inicial do cafeeiro e o estado vegetativo e nutricional das plantas, com avaliação por um curto período. Dessa forma, a oferta de adubação com MAP revestido, possivelmente não foi suficiente para atender a demanda nutricional do cafeeiro no intervalo estudado, porém, tal fertilizante tende a aumentar, ao longo do tempo, quanto à liberação do fósforo, resultando na liberação gradativa do nutriente.

A massa seca de parte aérea da planta daninha *U. decumbens*, avaliada por estimativa de uma planta, reduziu com o aumento da intensidade, devido à competição, de forma intraespecífica e interespecífica; essa diminuição foi observada em todos os tratamentos de adubação, com valores inferiores para a densidade alta de competição (Tabela 4).

Tabela 4. Peso de massa seca (g) de parte aérea de uma planta daninha de *Urochloa decumbens* sob diferentes densidades, após 120 dias de convivência com plantas de café. Fonte: Oliveira et al. (2022).

Adubações	Massa seca da parte aérea de <i>Urochloa decumbens</i> (g)			
	Densidade de plantas por vaso			
	0*	1	2	4
Controle	52,53 dA	49,44 cA	37,60bB	24,56 aC
MAP Convencional	94,55 cA	79,98 bB	41,96 bC	31,58 aC
MAP Revestido	111,07bA	105,61 aA	62,88 aB	30,18 aC
OM Farelado	120,80aA	98,09 aB	55,34 aC	34,56 aD
OM Peletizado	127,33 aA	107,22 aB	52,41 aC	40,47 aC
CV (%)	10,67			

Controle = ausência de adubação; MAP Convencional = Fosfato monoamônio, MAP Revestido = Fosfato monoamônio revestido por polímero, OM Farelado = organomineral Farelado - MAP, OM Peletizado = organomineral peletizado MAP. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade. *Apenas uma planta de *Urochloa decumbens* por vaso, com nula competição.

Comparando-se às adubações aos tratamentos de competição, a *U. decumbens* livre de competição, atingiu resultados superiores com os fertilizantes OMP e OMF. Nas densidades de

uma e duas plantas daninhas, os resultados de massa seca de parte aérea foram superiores com os tratamentos de adubações fosfatadas com MAP revestido e os organominerais. Assim, pode-se

inferir que a adubação de liberação lenta proporciona melhor aproveitamento do fósforo para as culturas, ainda que sob competição, devido apresentar maior eficiência na absorção dos nutrientes. Na densidade alta (quatro plantas por vaso) os resultados não diferem entre si, a competição intensa das quatro plantas daninhas e do cafeeiro presente no vaso ocasionaram menores médias do acúmulo do sistema radicular, demonstrando que independentemente do método de liberação do nutriente a *U. decumbens* consegue estabelecer o seu crescimento.

Normalmente, o plantio do café ocorre no início do período chuvoso, com temperaturas mais elevadas, em que tais circunstâncias proporcionam melhores condições para o plantio. Porém, o ambiente com estas características, assim como a época no qual o experimento foi desenvolvido, a *U. decumbens* tende a ser mais agressiva quanto a competição, pois, segundo Fialho, (2011), as características das espécies de metabolismo C₄, como gramíneas, fazem com que estas sejam extremamente competitivas com espécies C₃, como o café, principalmente, devido ao rápido crescimento e capacidade de sombreamento na fase inicial de crescimento. Estas alterações com relação à temperatura podem diferir entre espécies, principalmente entre plantas com rotas fotossintéticas C₃ e C₄ (Alfonso & Bruggenann, 2012).

Inicialmente, as plantas daninhas de *U. decumbens* apresentaram um desenvolvimento

superior com o tratamento de adubação com MAP convencional. Observou-se que aos 100 dias de convivência com a cultura do café, 60% das plantas daninhas se encontravam floridas. Em razão do MAP convencional apresentar superior liberação inicial do nutriente e as plantas daninhas mostrarem rápido crescimento, este tratamento favoreceu o crescimento inicial, aumentando a competição com as plantas de café. Porém, quando houve redução na disponibilidade do nutriente, as plantas daninhas cessaram o desenvolvimento, emitindo flores, o que pode ser justificado devido ao estresse causado pela limitação do nutriente disponível para as plantas, gerando um fator limitante de crescimento. Com isso, no fim do experimento, houve tendência de redução no acúmulo de biomassa seca pelas plantas de *U. decumbens*, assim como para as plantas de café com o mesmo tratamento, demonstrando que o nutriente foi insuficiente para as duas plantas quando em competição. Este resultado evidencia uma característica importante de agressividade desta planta daninha, assim como uma baixa eficiência do fertilizante.

Plantas de *U. decumbens* apresentaram menor acúmulo de massa seca do sistema radicular, à medida em que a densidade de competição foi aumentando, ou seja, densidades menores são caracterizadas por poucas plantas maiores, e com o aumento da densidade observa-se maior número de plantas menores (Tabela 5).

Tabela 5. Peso de massa seca do sistema radicular de uma planta daninha de *Urochloa decumbens* sob diferentes densidades, após 120 dias de convivência com plantas de café. Fonte: Oliveira et al. (2022).

Adubações	Massa seca do sistema radicular de <i>Urochloa decumbens</i> (g)			
	Densidade de <i>U. decumbens</i> por vaso			
	0*	1	2	4
Controle	26,44 cA	25,54 cA	20,22bB	13,66bB
MAP Convencional	51,15 bA	37,81 bB	26,14 bC	17,73bD
MAP Revestido	54,25 bA	52,82 aA	38,38 bB	19,51bC
OM Farelado	65,50 aA	49,14 aB	26,55 aC	19,82bC
OM Peletizado	67,69 aA	56,68 aB	34,14 aC	36,39aC
CV (%)	14,98			

Controle: ausência de adubação; MAP Convencional: Fosfato monoamônio, MAP Revestido: Fosfato monoamônio revestido por polímero, Organomineral Farelado: organomineral Farelado - MAP, Organomineral Peletizado: organomineral peletizado - MAP. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. *Apenas uma planta de *Urochloa decumbens*/vaso, com nula competição.

Plantas daninhas livre de competição apresentaram valores superiores de massa seca radicular com relação aos demais tratamentos, principalmente quando adubadas com OMP e OMF. Na densidade de uma planta daninha por vaso competindo com a planta de café, a *U. decumbens* obteve maiores médias de crescimento

do sistema radicular com os fertilizantes protegidos e de liberação lenta, MAP revestido, OMP e OMF, com desempenhos similares na densidade média de competição, em que o OMP e OMF, proporcionaram crescimentos radiculares maiores. Na densidade alta (quatro plantas por vaso), o organomineral proporcionou maior massa

seca radicular para as plantas, diferenciando-se dos demais tratamentos.

A intensidade da interferência pode ser notada por meio da redução no crescimento da planta cultivada, decorrente da competição pelos fatores de crescimento disponíveis no ambiente. A adubação OMP proporcionou melhor desenvolvimento radicular para ambas as culturas na densidade de competição alta. Com isso, pode-se aferir que o fornecimento do nutriente de forma eficiente, permite que a cultura comercial supere a competição por nutrientes, proporcionando ao cafeeiro maior absorção do fósforo, refletindo de forma positiva em seu crescimento inicial. Por outro lado, no tratamento utilizando-se a adubação MAP convencional, os menores teores de nutrientes ao final do experimento, proporcionado pela maior solubilidade do fertilizante, decorrem da redução do nível de massa seca do sistema radicular da *U. decumbens*, assim como das variáveis de desenvolvimento das plantas de café. Dessa forma, a competição causa decréscimo no crescimento tanto nas culturas quanto nas plantas daninhas. Com o adequado ajuste da adubação de forma que não faltem nutrientes para o café em competição com braquiária, ambas as culturas podem apresentar bons resultados, porém, por

outro lado, caso ocorra o déficit de nutriente, a braquiária é mais agressiva e causará prejuízos as plantas de café (Ronca, 2007).

Mesmo as plantas daninhas demonstrando eficiência no desenvolvimento das raízes, por outro lado, a massa seca do sistema radicular do cafeeiro, obtiveram resultados superiores com uso dos fertilizantes de liberação lenta, diante da competição. A liberação lenta do nutriente ocorre retardando a sua disponibilidade para absorção, ou prolongando a sua disponibilidade, de maneira que a liberação ocorra conforme as necessidades nutricionais da planta. Dessa forma, o fornecimento do fertilizante ocorre com eficiência, beneficiando na sua utilização e na melhoria dos rendimentos de produção, uma vez que a perda dos nutrientes é reduzida.

As diversas respostas no crescimento das plantas de café em competição com plantas daninhas com diferentes fontes fosfatadas podem ser melhor compreendidas, quando observadas as taxas de acúmulo do teor foliar dos nutrientes.

Observa-se que o teor foliar de fósforo do cafeeiro apresenta uma redução linear, no qual é afetado com o aumento das densidades de plantas daninhas em competição para todas as fontes avaliadas (Figura 1).

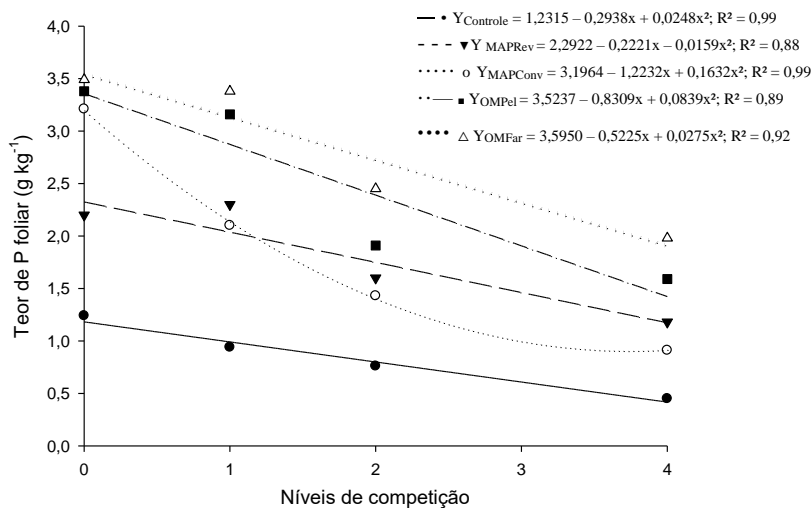


Figura 1. Teor de fósforo foliar de plantas jovens de café (*Coffea arabica* L.) em competição com densidades de *Urochloa decumbens* (0, 1, 2 e 4 plantas por vaso), após 120 dias de convivência sob adubações fosfatadas de liberação diferenciada. Fonte: Oliveira et al. (2022).

Independentemente do nível de competição, as plantas de café apresentaram teores de fósforo superiores nos tratamentos com OMP e

OMF, em que tais fontes demonstraram maior eficiência e benefício no fornecimento do nutriente para a cultura. Para fonte de MAP convencional,

houve uma redução no teor de P absorvido pelas plantas de café de $3,21 \text{ g kg}^{-1}$ quando as plantas cresceram com nula competição, para $0,91 \text{ g kg}^{-1}$ sob alta competição com plantas de *U. decumbens*.

Na maior densidade de competição com plantas daninhas (quatro plantas por vaso), as plantas de café obtiveram resultados positivos quanto absorção do P quando adubadas com organomineral, no qual o teor de P foliar no tratamento com OMP foi 43% superior ao MAP convencional.

O nutriente oriundo de fontes solúveis como o MAP convencional tem como característica a rápida disponibilização para o solo, sendo facilmente absorvido pelas plantas. Contudo, está rápida liberação pode favorecer o processo de adsorção do P no solo (Lourenzi et al., 2014). Com isso, observa-se que as plantas de café com ausência da competição, apresentaram maior teor de P quando submetidas às fontes fosfatadas com MAP convencional em comparação com MAP revestido. Porém, quando as plantas daninhas estavam se desenvolvendo, conjuntamente com o cafeeiro, a disponibilidade do nutriente com MAP convencional proporcionou interação negativa para as plantas, em que sob competição o MAP revestido proporcionou maior absorção do nutriente pelo cafeeiro. A partir da competição com 3 plantas daninhas, a curva do teor de P para adubação com MAP convencional, tende a se manter constante, no qual com maior competição ocorre grande redução da disponibilidade do nutriente. Dessa forma, infere-se que as limitações de P para as plantas, por meio do MAP convencional, podem ser causadas por indisponibilidade, pela falta de oferta ou proximidade de plantas daninhas, o que pode agravar um nutriente insuficiente ou criar uma deficiência onde um recurso amplo estava disponível para um único indivíduo.

Com isso, nota-se que plantas que recebem o nutriente de forma mais eficiente, respondem melhor às adubações, apresentando menor sensibilidade aos danos causados pelas plantas competidoras e apresentando resultados superiores de crescimento, o que condiz com os resultados encontrados nas variáveis anteriores.

As faixas críticas dos teores de fósforo nas folhas de cafeeiros de primeiro ano pós-plantio

variam de $1,14 \text{ g kg}^{-1}$ a $1,21 \text{ g kg}^{-1}$ (Clemente et al., 2008). Assim, observa-se que o uso do manejo da fertilidade do solo com adubação de organominerais, com nula e baixa competição com plantas daninhas, ultrapassaram os valores da faixa crítica, variando entre $3,16$ e $3,49 \text{ g kg}^{-1}$, dessa forma, nota-se que as doses utilizando 100% da recomendação conseguiu manter a nutrição adequada durante o período inicial de crescimento do cafeeiro para as condições em estudo, mesmo sob competição. Porém, tais resultados levam à interpretação de que o uso da dose plena para fertilizantes de liberação controlada está possivelmente associado ao consumo de nutrientes de luxo no cafeeiro (Romheld, 2012), com isso surge a necessidade de estudo com finalidade de averiguar a possibilidade de redução da dose de organominerais, proporcionando economia para os produtores.

A interação entre plantas de café e plantas daninhas resulta em uma competição por nutrientes, sendo este um fator limitante ao crescimento do cafeeiro. Porém, observa-se que a fonte de adubação utilizada no plantio da cultura tem influência com relação ao dano causado nas plantas de café que receberam adubação com MAP convencional e que, sob alta competição com *U. decumbens*, apresentaram um teor foliar de P, 72% menor do que quando cresceram por 120 dias sem competição. As plantas de café que receberam adubação com OMF reduziram em 43% o P absorvido, em comparação à competição nula. A tecnologia de liberação lenta dos nutrientes se mostra uma possibilidade afim de melhorar o crescimento do cafeeiro, diante dos estresses encontrados no campo, relacionados à nutrição fosfatada e competição com plantas daninhas, evitando perdas com o aproveitamento do fósforo pelas plantas de café e diminuindo as vantagens competitivas da absorção do nutriente pelas plantas daninhas.

A limitação de espaço, aéreo e subterrâneo, promovida pela competição interespecífica e intraespecífica entre as plantas, pode ter afetado de forma mais agressiva a absorção de nutriente pelas culturas, no qual o teor foliar de fósforo da *U. decumbens* reduziu com a maior densidade de competição para todas as fontes de adubações (Figura 2), assim como visto na cultura do café.

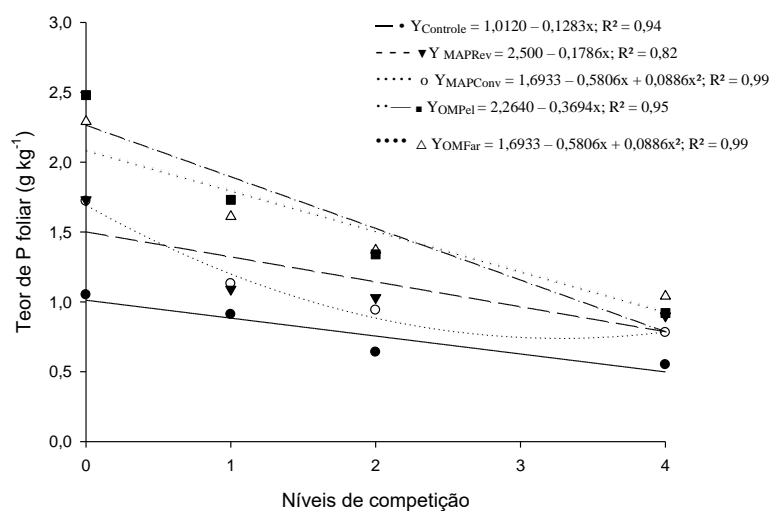


Figura 2. Teor de fósforo foliar de uma planta daninha de *Urochloa decumbens* sob diferentes densidades, após 120 dias de convivência com plantas de café. Fonte: Oliveira et al. (2022).

A planta daninha apresentou um maior teor de fósforo com os fertilizantes OMP e OMF, com resultados semelhantes ao encontrados neste estudo, com relação ao acúmulo de massa seca da parte aérea e do sistema radicular de *U. decumbens*. Tais resultados confirmam que os fertilizantes com a tecnologia de proteção do nutriente proporcionaram um aproveitamento maior do nutriente, de forma que, mesmo em competição, ambas as culturas apresentaram maiores teores de absorção.

Os fertilizantes organominerais apresentam a incorporação de nutrientes em sua forma mineral, juntamente com a matéria orgânica tendendo a reduzir as perdas de nutrientes por adsorção no solo. A incorporação desses nutrientes na matriz do solo ocorre de forma mais lenta e gradual, nutrindo a planta por mais tempo (Araújo et al., 2020). O fornecimento mais lento do nutriente pode justificar as melhores respostas do cafeeiro e da *U. decumbens* na absorção do P, quando utilizados o OMP e OMF, visto que, somando os teores de P absorvidos por ambas as culturas em alta competição, encontra-se um aproveitamento do nutriente em, aproximadamente, 36% e 50%, respectivamente, maior que a adubação com MAP convencional. O nutriente fornecido de forma mais efetiva proporcionou menor competição entre as culturas, visto que se encontrava de forma mais disponível. A liberação lenta do nutriente aumenta a habilidade do cafeeiro em absorver o nutriente do solo e,

consequentemente, minimizar os prejuízos causados pela competição.

Plantas daninhas da família Poaceae são caracterizadas por possuírem metabolismo C₄, ou seja, apresentam maior habilidade de retirar do ambiente os fatores necessários ao seu crescimento e desenvolvimento quando comparado com plantas de metabolismo C₃, como o caso do cafeeiro (Brighenti & Oliveira, 2011). Porém, mesmo sob tais condições, a capacidade de absorção do fósforo pela *U. decumbens* foi menor do que as plantas de café para as fontes utilizando-se de organomineral, com resultados inferiores para o teor foliar.

Em contrapartida, nota-se que a presença de adubação favorece não só a cultura do café como também das plantas daninhas, ficando evidente nos resultados apresentados neste estudo, que os tratamentos que receberam a dose recomendada de adubação mostraram maior crescimento. No entanto, nota-se que a adubação com organomineral proporciona as plantas de café, maiores incrementos de área foliar, altura, massa seca da parte aérea, aumento na exploração do solo, devido maior acúmulo de massa seca do sistema radicular, e apresentando maior habilidade competitiva com as plantas daninhas. Plantas de café que apresentam maior capacidade de utilização de recursos, como exemplo, os nutrientes, possuem grande potencial em competir com espécies de comunidade infestante. Assim, a escolha correta de fontes de adubações, que

proporcionam o fornecimento do nutriente de forma mais eficiente, podem promover ao cafeeiro melhor estabelecimento, aumentando sua capacidade de competição em detrimento das plantas daninhas.

Conclusão

Plantas de *U. decumbens* quando em convivência com mudas de café (*C. arabica* L.), tornam-se grandes competidoras, interferindo negativamente no crescimento do cafeeiro. Porém, o nível de competição gerado é dependente da fonte de adubação fosfatada realizada.

A adubação fosfatada utilizando fontes de liberação lenta contribui para o crescimento inicial de mudas de café e minimizam a vantagem competitiva das plantas daninhas, sendo as adubações fosfatadas com organomineral peletizado e farelado os tratamentos mais eficientes em maximizar o fornecimento do fósforo para cultura do café e diminuir os danos causados pela competição, devido proporcionar uma liberação lenta do nutriente.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais - FAPEMIG, pelo apoio financeiro, mediante a concessão de bolsa estudos de mestrado de Letícia Lopes de Oliveira, com Convênio para PD&I de Concessão de Cota de Bolsas nº 3808, Processo nº 5310/2015.

Referências

Alfonso, S. U.; Bruggemann, W. 2012. Photosynthetic responses of a C3 and three different metabolic subtypes to drought stress. *Photosynthesis Research*, 112, 175-191. DOI: 10.1007/s11120-012-9763-4.

Antunes, W. C.; Pompelli, M. F.; Carretero, D. M.; DaMatta, F. M. 2008. Allometric models for non-destructive leaf area estimation in coffee (*Coffea arabica* and *Coffea canephora*). *Ann. Appl. Biol.*, 153, 33-40. DOI: 10.1111/j.1744-7348.2008.00235.x

Araújo, M. D. M.; Souza, H. A.; Benites, V. M.; Pompeu, R. C. F. F.; Natale, W.; Leite, L. F. C. 2020. Organomineral phosphate fertilization in millet in sandy soil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 24, 694-699. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v24n10p694-699

Brighenti, A. M.; Oliveira, M. F. 2011. Biologia de Plantas Daninhas. In: Oliveira J.; R. S.; Constantin, J.; Inoue, M. H. *Biologia e Manejo de Plantas Daninhas*, pp.1-36.

Caldeira, M. V. W.; Favaleasa, E. O.; Gonçalves, W. M.; Delarmelina, F. E. V. 2014. Lodo de

esgoto como componente de substrato para produção de mudas de *Acacia mangium* Willd. *Comunicata Scientiae*. 5, 34-43. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v9nsupp278-282

Carvalho, L. B.; Alves, P. L. C. A.; Bianco, S. 2013. Sourgrass densities affecting the initial growth and macronutrient content of coffee plants. *Planta Daninha*, 31, 09-115. DOI: 10.1590/S0100-83582013000100012

Clemente, F. M. V. T.; Carvalho, J. G.; Guimarães, R. J.; Mendes, A. N. G. 2008. Faixas críticas de teores foliares de macronutrientes no cafeeiro em pós-plantio - primeiro ano. *Coffee Science*, 3, 47-57. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/1406>

D'Antonino, L.; França, A. C.; Silva, A. A.; Ferreira, L. R.; Silva, G. R. 2012. Crescimento de plantas de café em solos com resíduos de picloram. *Planta Daninha*, 30, 193-200. DOI: 10.1590/S0100-83582012000100022

Embrapa - Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. 2006. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 2. ed, Rio de Janeiro. 306p.

Empresa brasileira de pesquisa agropecuária – Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2009. Centro Nacional de Pesquisa de Solos/Embrapa Solos, Rio de Janeiro. 412p.

Fialho, C. M. T.; França, A. C.; Tironi, S. P.; Ronchi, C. P.; Silva, A. A. 2011. Interferência de plantas daninhas sobre o crescimento inicial de *Coffea arabica*. *Planta Daninha*, 29, 137-147. DOI: 10.1590/S0100-83582011000100016

Fialho, C. M. T.; Silva, A. A.; Faria, A. T.; Torres, L. G.; Rocha, P. R. R.; Santos, J. B. 2012. Teor foliar de nutrientes em plantas daninhas e de café cultivadas em competição. *Planta Daninha*, 30, 65-73. DOI: 10.1590/S0100-83582012000100008

Guimaraes, P. T. G. et al. 1999. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, Viçosa. pp. 289-302.

Lopes, A. S.; Guilherme, L. R. G. 2000. Uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas: aspectos agronômicos. *Anda- associação nacional para difusão de adubos*, 3ª edição, São Paulo. 72p.

Lourenzi, C. R. et al. 2014. Available content, surface runoff and leaching of phosphorus forms in a typic hapludalf treated with organic and mineral nutrient sources. *Revista*

Formatado: Não Realce

Formatado: Não Realce

- Brasileira de Ciência do Solo, 38, 544-556. DOI: 10.1590/S0100-06832014000200019
- Maciel, C. D. G.; Poletine, J. P.; Oliveira Neto, A. M.; Guerra, N.; Justiniano, W. 2010. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em cafezal orgânico. *Bragantia*, 69, 631-636. DOI: 10.1590/S0006-87052010000300015
- Machado, V. J.; Souza C. H. E. 2012. Disponibilidade de fósforo em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato monoamônico de liberação lenta. *Bioscience Journal*, 28, 1-7.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba. 201p.
- Malavolta, E. 2006. Manual de Nutrição de Plantas. 6 ed. Editora Agronômica Ceres. São Paulo. 637p.
- Neto, A. P. et al. 2016. Analysis of phosphorus use efficiency traits in *Coffea* genotypes reveals *Coffea arabica* and *Coffea canephora* have contrasting phosphorus uptake and utilization efficiencies. *Frontiers in Plant Science*, 7, 408. DOI: 10.3389/fpls.2016.00408
- Oliveira, P.; Kluthcouski, J.; Borghi, E.; Ceccon, G.; Castro, G. S. A. 2015. Atributos da braquiária como condicionador de solos sob integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta. In: Cordeiro, L. A. M.; Vilela, L.; Kluthcouski, J.; Marchão, R. L. [eds]. Integração lavoura-pecuária-floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde. pp. 333-353. Brasília, DF: Embrapa.
- Prochnow, L. I.; Peterson, H.; Bruulsema, T. 2019. Acesso das plantas ao legado de fósforo, com foco nos trópicos. *Informações Agronômicas NPCT*, n. 1. Disponível em: [https://www.npct.com.br/publication/ia-brasil.nsf/B5CC3A954059C780832583ED005066C5/\\$File/Page9-11-1.pdf](https://www.npct.com.br/publication/ia-brasil.nsf/B5CC3A954059C780832583ED005066C5/$File/Page9-11-1.pdf), Acesso em: 30 Ago. 2022.
- Profiro, F. 2015. Manual do técnico geociclo: coordenação de produção. Geociclo. Monte Alegre. 88p.
- Romheld, V. 2012. Diagnosis of Deficiency and Toxicity of Nutrients. In: Marschner, P. [ed.] *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. 3. ed., pp. 299-314. Elsevier/Academic Press, Amsterdam, Netherlands.
- Ronca, P. P. F. 2007. Manejo do Mato: Mudança de paradigma na cafeicultura: técnicas de produção. Cafépoint. Disponível em: <https://www.cafepoint.com.br/noticias/tecnicas-de-producao/manejo-do-mato-mudanca-deparadigma-na-cafeicultura-34267n.aspx>
- Silva, J. V. de S.; Cruz, S. C. S.; Alovizi, A. M. T.; Kurihara, C. H.; Xavier, A. D.; Martinez, M. A. 2018. Adubação fosfatada no feijoeiro cultivado sob palhada de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Revista Ceres*, 65, 181-188. DOI: 10.1590/0034-737X201865020010