



EFICIÊNCIA DA MISTURA DE FOSFORITA COM COMPOSTO ORGÂNICO PARA ALFACE (*Lactuca sativa*, L.) NO SUDOESTE DA AMAZÔNIA

EFFICIENCY OF THE MIXING PHOSPHORITE WITH ORGANIC COMPOUND FOR LETTUCE (*Lactuca sativa*, L.) IN THE SOUTHWESTERN AMAZON

Luiz Carlos da Silva, Doutor, UFAM, luiz_silva@ufam.edu.br

Francimara Souza da Costa, Doutora, UFAM, francimaracosta@yahoo.com.br

Resumo

O composto de resíduos do açaí é adubo para alface. Mas, aplicados isoladamente não atendem às necessidades nutricionais da cultura. Por isso, enriquecê-lo com fósforo de fontes alternativas pode torná-lo fonte deste e de outros nutrientes. Assim, investigar formas de uso desses resíduos misturados com fósforo é importante para prover nova fonte do nutriente para alface orgânica. Avaliamos neste trabalho a eficiência da mistura de fósforo de fosforita com composto orgânico para alface orgânica em ambiente protegido. Para isso, cinco tratamentos foram testados no solo: 0,0 P e uma dose-teste P aplicada de forma isolada, além desta dose recomendada a partir de 3 níveis da mistura fosforita-composto, com 4 repetições. A mistura de 0,436 dag kg⁻¹ de P proporcionou maior acúmulo de matéria seca e concentração e acumulação de macronutrientes, sendo mais eficiente para a produção da alface orgânica em ambiente protegido.

Palavras-chave

Resíduos, Fonte de Fósforo, Hortaliças, Ambiente Protegido, Produção Orgânica.

Abstract

Açaí compost waste is fertilizer that can be used to grow lettuce. However, when applied alone, it does not meet the nutritional needs of the crop. Therefore, enriching it with phosphorus from alternative sources can make a source of phosphorus and other nutrients. Thus, investigating ways for using these residues mixed with phosphorus is important to provide a new source of the nutrient for organic lettuce. In this article, we evaluated the efficiency of mixing phosphorite phosphorus with organic compost to produce organic lettuce in a protected environment. For this, five treatments were tested in the soil: 0.0 P and a test-dose P applied in isolation; in addition to that recommended dose, we added up to 3 levels of the phosphorite-compound mixture, with 4 replications. The mixture of 0.436 dag kg⁻¹ of P provided higher dry matter accumulation and the concentration and accumulation of macronutrients, being more efficient for the production of organic lettuce in a protected environment.

Keywords

Residues, Phosphorus Source, Vegetables, Protected Environment, Organic Production.

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça mais produzida e consumida no Brasil, sendo seu cultivo feito, principalmente, nos arredores de grandes cidades (MALDONADE *et al.*, 2014). Na produção orgânica da alface a adubação com materiais orgânicos, nos ambientes protegidos ou não, tem relação com a ciclagem de nutrientes. E isso ocorre, principalmente com o nitrogênio (N), tornando-se assim, uma estratégia de melhoria da fertilidade do solo para aumento da produtividade da alface.

Na Amazônia brasileira, os resíduos do processamento do fruto de açaizeiro são produzidos na propriedade agrícola e nas pequenas agroindústrias familiares. A exemplo de muitos outros, os resíduos da cultura do açaizeiro também podem ser compostados e utilizados como fonte de matéria orgânica e de nutrientes às plantas (SANTOS *et al.*, 2018), constituindo-se importante recurso para manejo da fertilidade e qualidade do solo nas pequenas propriedades. No entanto, nestes locais estes resíduos são aproveitados como fertilizante agrícola sem nenhum tratamento, ou seja, são simplesmente descartados sobre o solo. Especificamente em Humaitá, seu uso direto no solo ou nas misturas com outros materiais orgânicos para compôr substratos de cultivo tem ocasionado problemas no desenvolvimento da cultura da alface.

A busca pela solução de problemas como este no município de Humaitá, pode ser iniciada pelo processo de compostagem de resíduos de despulpamento do açaí cujo produto final é um composto orgânico. De maneira geral, a incorporação destes compostos em doses baixas e, ou, de forma isolada no solo, a despeito de seu potencial fertilizante, não têm suprido as necessidades nutricionais de diversas culturas que, dessa forma, não atingem seu máximo potencial produtivo (SODRÉ *et al.*, 2013). Estas informações também são corroboradas pelos resultados obtidos por Peixoto Filho *et al.* (2013), que verificaram menores produtividades da alface à medida em que diminuíram as doses de 3 diferentes materiais orgânicos até o terceiro cultivo.

Por conseguinte, torna-se adequada a mistura para enriquecimento destes materiais orgânicos com fontes alternativas de fósforo (P) e de outros nutrientes ou mesmo sua utilização de forma concomitante. O pó de fosforita é uma dessas fontes de P com potencial de melhoria da fertilidade do solo por aumentar seu teor total e o disponível, além de causar mudanças nas formas específicas deste nutriente no solo (SOUZA JÚNIOR *et al.*, 2015). As fontes de P também pode aumentar o teor total e



trocável de cálcio (Ca) e bases trocáveis (MACHADO *et al.*, 2014), além de pequenas quantidades de micronutrientes no solo. Isso ocorre porque elementos catiônicos ocorrem em alta concentração total na composição básica de fertilizantes fosfatados que, no momento de sua dissociação no solo, são liberados juntamente com o P para as plantas (NOVAIS *et al.*, 2007).

Há que se considerar ainda que o composto de resíduos do despulpamento do açaí torna-se agregado de maior valor fertilizante durante sua compostagem. Isso ocorre quando o N é adicionado no processo de compostagem a fim de acelerar sua biodegradação pela diminuição de sua relação C/N (KIEHL, 2008).

Resultados recentes indicam que a aplicação de fontes de P em conjunto com composto de resíduo de despulpamento de açaí, ou mesmo outros resíduos e compostos, pode contribuir para melhoria da fertilidade do solo. Com isso, podem, adicionalmente, contribuir na construção do ambiente exigido pela alface para adequados crescimento e produção, a exemplo do que se tem observado em outras pesquisas semelhantes a esta (MUELLER *et al.*, 2013; LIMA *et al.*, 2018; JORGETTO *et al.*, 2019). O uso dessa mistura pode ainda reduzir o custo com mão de obra para aplicação de fertilizantes, porque diminui o número de aplicações, e diminui e até pode pôr fim ao uso de adubos solúveis nos sistemas familiares de produção de alface.

Neste contexto, o uso conjunto de fontes de P com compostos orgânicos também se faz importante porque durante a decomposição de sua parte orgânica, ocorre a liberação de ácidos orgânicos no solo que competem por sítios de adsorção de P e diminuem sua fixação no solo (DAZA-TORRES *et al.*, 2008) e aumentam a difusão e absorção do nutriente (POSSINGER *et al.*, 2013; IYAMUREMYE *et al.*, 1996) durante sua decomposição (KPOMBLEKOU-A; TABATABAI, 2003). Além disso, as fontes de P trazem em sua composição pequenas quantidades de outros nutrientes, que podem contribuir com o aumento da fertilidade do solo (NOVAIS *et al.*, 2007).

Alguns relatos indicam que, quando fosfatos moídos, *in natura*, assim como as fontes solúveis de P e os compostos orgânicos e biossólidos, são aplicados em conjunto verifica-se aumentos na disponibilidade de P e outros nutrientes no solo. Essa aplicação conjunta de fontes de P com materiais orgânicos têm ocasionado aumento na absorção de P e de outros nutrientes do solo, além de melhorar a produção de diferentes espécies cultivadas (AKHTAR *et al.*, 2018; CH'NG *et al.*, 2014).

Em Humaitá, por sua vez, a produção de alface é adequadamente feita em ambiente coberto com sombrite ou plástico para proteção contra as excessivas chuva e radiação da região norte brasileira. Este é o sistema recomendável para cultivo de hortaliças na Amazônia (REIS; MADEIRA, 2009). Por isso, a presente investigação também se torna importante na geração de informações que embasem o preparo e o uso, em nível de propriedade agrícola, de um fertilizante melhorado para produção orgânica da alface em ambiente protegido na Amazônia.

Com base nestas informações, avaliamos neste trabalho a eficiência da mistura de fósforo de fosforita com composto de resíduos do despulpamento do açaí para alface (*L. Sativa* L. cv. Solaris) orgânica em ambiente protegido no sudoeste da Amazônia.

MATERIAL E MÉTODOS

DESCRIÇÃO DO LOCAL DO EXPERIMENTO E PREPARO DO SOLO UTILIZADO

Um ensaio foi realizado de 1º de agosto a 1º de setembro de 2013 na casa de vegetação do Instituto de Educação, Agricultura e Meio Ambiente da Universidade Federal do Amazonas (IEAA-UFAM) (7 ° 30 '27,46 "S e 63 ° 1 '31,72 "O), Humaitá, Amazonas, com o objetivo de simular o ambiente protegido utilizado pelos agricultores no campo.

Para o estabelecimento do experimento foram coletados na camada de 0,0-0,20 m de profundidade 220 kg de Cambissolo Háplico Alítico (CXalf), textura siltosa, representativo da região de Humaitá, Amazonas. Este solo foi moído e seco ao ar (TFSA), e apresentou umidade de 9%. Em seguida, o solo foi passado por uma peneira de 4,0 mm e 20 partes de 6 kg, massa seca, foram pesadas em balança comum (*Mod. 9094, Toledo Co., Brasil*) e colocadas em vasos com dimensões de 0,41 x 0,10 x 0,10 m, com volume total de 7,0 dm³.

Uma amostra representativa do solo (de 20 subamostras) foi feita para caracterizar seus atributos químicos de fertilidade (SILVA, 2009) no Laboratório de Solos e Plantas da Embrapa-CPAA, Manaus (Tabela 1).

ANÁLISES QUÍMICAS DO COMPOSTO E DA FOSFORITA

O composto utilizado no experimento foi produzido por processo de compostagem em leira única, à sombra e protegida da chuva. Para isso, utilizou-se o caroço do açaí

triturado em mistura com a borra, massa seca, com adição de $2,0 \text{ dag kg}^{-1}$ de nitrogênio (N) em 3 doses de $0,67 \text{ kg}$ no início do processo, e aos 35 e 70 dias, na forma de ureia para reduzir a relação C/N do composto final (KIEHL, 2008). Revolvimentos da leira foram feitos sempre que o interior da mesma atingia $60 \text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura. Aos 95 dias de compostagem, 15 kg do composto produzido foi seco ao ar durante 32 horas, e destorroado e passado em peneira de 4 mm e alocado em sacos de fibra triplo e lacrado e armazenado em local seco à temperatura entre 22 e 25°C .

Tabela 1 - Características químicas¹ de Cambissolo Háplico Alítico (CXalf), antes da instalação do experimento.

Análise de rotina												
Solo	pH (H ₂ O)	Al ³⁺	H+Al	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	CTC	S ¹	P	V	m	CO ³
-----cmol. dm ⁻³ -----							--mg dm ⁻³ --		----%---		g kg ⁻¹	
	5,2	1,6	6,0	1,0	1,1	0,07	8,3	9,0	6,0	26,14	42,3	15,46
Micronutrientes, densidade aparente (Ds) e textura do solo												
CXalf	B ²	Cu	Fe	Mn	Zn	Ds ³		Textura ⁴				
	-----mg dm ⁻³ -----					kg dm ⁻³		Areia	Silte	Argila		
	0,08	0,58	209,0	2,4	0,18	1,26		351,70	450,15		181,87	

^{1,2}Análises realizadas no Laboratório de Solos e Recursos Ambientais do IAC em Campinas, SP; ^{3,4} densidade aparente e textura do solo, analisadas, respectivamente, no Laboratório de Fitotecnia e no Laboratório de Solos do IEAA/UFAM.

Em seguida, uma amostra representativa (de 20 amostras simples) deste composto foi coletada e seca em estufa de circulação forçada (*Tecnal TE-394/5-MP, Piracicaba, Brasil*) a $105 \text{ }^\circ\text{C}$ por 24 horas. Esta amostra do composto assim como uma amostra representativa do pó de Fosforita Alvorada (FA) utilizado no ensaio foi produzido na Mineradora SOCAL S/A, em Registro, SP, foram enviadas ao Laboratório de Fertilizantes e Resíduos do Instituto Agrônomo de Campinas/IAC para determinação de suas características de interesse agrônomo constantes na Tabela 2 (MAPA, 2014).

PREPARO E APLICAÇÃO DAS MISTURAS

Três níveis de mistura do composto com P da FA foram calculadas nas proporções de mistura 1 (M_1) = $0,436 \text{ dag kg}^{-1}$; mistura 2 (M_2) = $0,872 \text{ dag kg}^{-1}$ e mistura 3 (M_3) = $1,745 \text{ dag kg}^{-1}$ de P, com base no teor total de P do material. Foram preparados 3 kg , massa seca, dessas 3 misturas pela pesagem do composto e da FA em balança de precisão (*Tecnal SHI-BL-3200H, Piracicaba, Brasil*) e homogeneamente misturadas para compor as misturas que foram embaladas e lacradas em sacos plásticos duplos e identificados para armazenamento a temperatura ambiente.



Tabela 2 - Características agronômicas de composto de resíduos de açai e fosforita.

Composto					
pH H ₂ O	C	P	N Kjedal	N amon	N-NO ₃
	-----g kg ⁻¹ -----				
5,70	462,0	0,20	22,90	1,71	0,74
K total		Ca total	Mg total	S total	Mn total
-----g kg ⁻¹ -----					
0,64		2,9	1,60	4,80	1,00
Pó da fosforita ¹					
P total		P sol. ²	Ca total	Mg total	Fe total
-----dag kg ⁻¹ -----					g kg ⁻¹
10,48		2,80	23,40	0,03	1,80

¹Umidade: 5%; granulometria: 89,9% do material retido em peneira 0,075 mm (ABNT 200) e 19,1% passaram na mesma peneira (Brasil, 2014). ²solúvel numa solução de ácido cítrico a 2%.

Os tratamentos CXalf-0,436, CXalf-0,872 e CXalf-1,745 (Tabela 3) foram estabelecidos pela aplicação de uma dose-teste de 87,33 mg kg⁻¹ de P (174,6 kg ha⁻¹ de P), recomendada a partir das misturas M₁, M₂ e M₃ (Tabela 4) para a cultura da alface, segundo Alvarez *et al.* (1999). Quantidades das misturas necessárias ao estabelecimento dos tratamentos CXalf-0,436, CXalf-0,872 e CXalf-1,745 foram calculadas para 6,0 kg de solo dos vasos e pesadas em balança de precisão (*Tecnal, SHI-BL-3200H, Piracicaba, Brasil*) e embaladas e lacradas em sacos de papel jornal duplo de 0,18 m por 0,36 m.

Tabela 3 - Detalhamento de tratamentos.

Tratamento	Descrição detalhada
CXalf	Controle (Cambissolo não-tratado).
CXalf-FA	CXalf tratado com 87.33 mg kg ⁻¹ de P a partir de FA.
CXalf-0,436	CXalf tratado com 87.33 mg kg ⁻¹ de P a partir da M ₁ do composto-P de FA.
CXalf-0,872	CXalf tratado com 87.33 mg kg ⁻¹ de P a partir da M ₂ do composto-P de FA.
CXalf-1,745	CXalf tratado com 87.33 mg kg ⁻¹ de P a partir da M ₃ do composto-P de FA.

Estas misturas foram aplicadas manualmente e misturadas de forma homogênea ao solo dos vasos para serem testadas, comparativamente, ao tratamento controle (CXalf), e ao tratamento CXalf-FA, referente à dose-teste de P aplicada isoladamente para a cultura da alface. As quantidades da FA no tratamento CXalf-FA e das misturas para o estabelecimento dos tratamentos CXalf-0,436, CXalf-0,872 e CXalf-1,745 encontram-se na Tabela 4. Dessa forma, as misturas M₁, M₂ e M₃ aplicadas constituíram as únicas fontes de variação nestes tratamentos, sendo o ensaio caracterizado por 5 tratamentos com 4 repetições, totalizando 20 unidades experimentais.



Tabela 4 - Níveis de fósforo e composto orgânico nas misturas para suprimento da dose-teste.

Mistura	Nível de P na mistura	Composição da mistura		
	(dag kg ⁻¹)	QFm (g)	QCp (g)	Qm (g)
M1	0,436	1,82	98,18	100,00
M2	0,872	3,64	96,36	100,00
M3	1,745	7,28	92,72	100,00

Composição e quantidade das misturas para suprir a dose-teste				
Tratamento	DP	QF	QCpt	QTM
	(mg kg ⁻¹)	(g)	(g)	(g)
CX	0,00	0,00	0,00	0,00
CXalf-FA	87,33	5,00	0,00	0,00
CXalf-0,436	87,33	5,00	69,05	74,04
CXalf-0,872	87,33	5,00	34,525	37,02
CXalf-1,745	87,33	5,00	17,263	18,51

QFm (g): quantidade de Fosforita Alvorada na mistura. QCm (g): quantidade de composto na mistura, massa seca. Qm (g): quantidade da mistura, massa seca. DP: dose-teste de fósforo (g vaso⁻¹), pura ou suprida pelas misturas. QF: quantidade da fosforita, massa seca, para suprir 87.33 mg kg⁻¹ de P (dose-teste). QTM: quantidade da mistura para suprir a dose-teste de P nos tratamentos CXalf-0,436, CXalf-0,872 e CXalf-1,745.

TRANSPLANTE E IRRIGAÇÃO

Três plântulas de alface foram retiradas do substrato de germinação contido em bandejas de isopor e transplantadas com raízes nuas e de forma linear no solo dos vasos em espaçamento de 0,135 m entre si. As plantas foram regadas, diariamente, com 0,30 L vaso⁻¹ de água destilada (equivalentes a 6,10 L m⁻² d⁻¹, ou, 6,10 mm d⁻¹), sendo 0,15 L aplicados entre 06h30 e 07h30 e 0,15 L ml entre 17h30 e 18h00.

COLHEITA E DETERMINAÇÃO DA MASSA SECA ACUMULADA

Cento e sessenta e seis (166) mudas de alface foram retiradas do substrato de germinação e lavadas com água potável para, em seguida, serem separadas em raiz e parte aérea. A raiz e a parte aérea das plântulas foram triplamente lavadas com água potável e postas a secar em estufa de circulação forçada (*Tecnal TE-394/5-MP, Piracicaba, Brasil*) a 67 °C por 72 h. As médias das matérias secas iniciais de raiz e da parte aérea foram determinadas por pesagem em balança de precisão (*Tecnal, SHI-BL-3200H, Piracicaba, Brasil*) e utilizadas para o cálculo das massas secas acumuladas de raiz e da parte aérea em planilha eletrônica Microsoft Excel (2013).

A colheita foi efetuada aos 31 dias do ciclo da alface por corte da parte aérea das plantas (caule e folhas) na região do coleto com auxílio de tesoura comum. Este material foi submetido a 3 lavagens com água destilada e uma lavagem com uma solução de ácido



clorídrico (1%), e posto a secar em estufa de circulação forçada (*Tecnal TE-394/5-MP*, *Piracicaba, Brasil*) a 67 °C por 72 horas. Em seguida, o material foi pesado em balança de precisão (*Tecnal SHI-BL-3200H*, *Piracicaba, Brasil*), constituindo-se a massa seca acumulada da parte aérea na colheita da alface (MSPAc), g vaso⁻¹.

A massa de raiz acumulada da alface na colheita (MSRAc) g vaso⁻¹, foi obtida pela separação manual e sistemática das raízes do solo do vaso. Em seguida, as raízes passaram por tríplice lavagem com água potável e 2 novas lavagens com água destilada e solução de ácido clorídrico (1%). A secagem do material foi feita sob as mesmas condições aplicadas para a obtenção da massa seca da parte aérea de colheita das plantas. A MSPAc e a MSRAc, g vaso⁻¹, foram obtidas pela subtração das massas secas iniciais de raiz e parte aérea das massas secas de raiz e de parte aérea na colheita da alface. A soma das MSPAc e MSRAc constituíram a massa seca total acumulada pela alface (MSTAc), g vaso⁻¹.

CONCENTRAÇÃO E ACUMULAÇÃO DE MACRONUTRIENTES

A MSTAc foi embalada em sacos de papel jornal de 0,16 m x 0,32 m e enviada ao Laboratório de Solos e Plantas da EMBRAPA-CPAFRO, em Porto Velho, RO, para determinação das concentrações de nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), em g kg⁻¹ (SILVA, 2009). Essas concentrações foram utilizadas nos cálculos da acumulação de nutrientes pela alface sendo, para isso, utilizada a seguinte equação:

$$AcM \text{ (g vaso}^{-1}\text{)} = CM \times MSTAc \quad \text{Eq. 1}$$

na qual: AcM - acumulação do macronutriente na MSTAc (g vaso⁻¹); CM - concentração do macronutriente na MSTAc (g g⁻¹) - massa seca total proporcionada pelos tratamentos aplicados (g vaso⁻¹).

ANÁLISE DOS ATRIBUTOS DE FERTILIDADE DO SOLO

Após a colheita, amostras representativas do solo (de 6 amostras simples) dos vasos foram coletadas para a determinação dos atributos de fertilidade no mesmo laboratório. As amostras foram secas e embaladas em sacos plásticos de 0,18 m por 0,36 m, previamente identificados e enviadas para o Laboratório de Solos e Plantas da EMBRAPA-CPAFRO, em Porto Velho, Rondônia, para a realização das seguintes



análises (SILVA, 2009): i) variáveis de acidez do solo (pH água), acidez potencial (H+Al), alumínio trocável (Al³⁺) e a saturação do solo por alumínio (m%); ii) a soma de bases (SB) e a saturação por bases (V%) do solo; iii) a disponibilidade de P (Mehlich⁻¹), K, Ca²⁺, Mg²⁺, SO₄²⁻ no solo, e; iv) carbono orgânico do solo.

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A homogeneidade de variâncias dos dados de produção acumulada da alface, dados de solo e planta, acumulação de nutrientes foi verificada pelo teste de Cochran (p < 0,05). A significância das médias foi testada pelo teste F (p < 0,05) e a comparação de médias foi feita pelo teste de Tukey (p < 0,05) no software MStatC, da Universidade Estadual de Michigan (EUA). Análise de correlação linear de Pearson foi realizada em planilha eletrônica Microsoft Excel (2013) a fim de se determinar a associação existente entre as variáveis avaliadas.

ÍNDICE DE EFICIÊNCIA AGRONÔMICA

O índice de eficiência agronômica (IEA), segundo Chien *et al.* (1990), foi calculado em planilha Microsoft Excel (2013) para os tratamentos referentes aos níveis 0,436; 0,872 e 1,745 dag kg⁻¹ de P, referentes aos tratamentos CXalf-0,436, CXalf-0,872 e CXalf-1,745, respectivamente, utilizando-se a MSTAc da alface, em g vaso⁻¹. Este IEA foi calculado pela Equação 2, sendo tomada como referência a FA aplicada isoladamente (CXalf-FA):

$$\text{IEA (\%)} = (Y_1/Y_2) \times 1000 \quad \text{Eq. 2}$$

na qual Y₁ - produção de MSTAc (g vaso⁻¹) obtida com CX-FA, CX-0,436 (M₁), CX-0,872 (M₂) e CX-1,745 (M₃), respectivamente, fosforita aplicada de forma isolada, os níveis 0,436; 0,872 e 1,745 dag kg⁻¹ de P; Y₂ - produção de MSTAc (g vaso⁻¹) obtida com CXalf.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

COMPONENTES DE PRODUÇÃO E ATRIBUTOS DE FERTILIDADE DO SOLO

Maiores produções de MSPAc, MSRAc e MSTAc pela alface foram verificadas no solo tratado com a mistura CXalf-0,436 (Tabela 5). Este tratamento proporcionou uma produção de 64,7% mais MSRAc em relação ao controle (CX). Esta mistura também aumentou a produção de MSPAc em cerca de 68,25% e 79,36%, e aumentos de 77,62%



e 69.23% na MSTAc, respectivamente, em relação ao Cambissolo não-tratado (CXalf) e à fosforita aplicada de forma isolada (CXalf-FA). Estes aumentos devem-se ao fato de que esta mistura possui em si mais composto orgânico que elevou, em curto prazo, o teor de C orgânico e o pH do solo. Essa alteração de pH atenuou os efeitos da elevada acidez e presença de Al^{3+} (OLIVEIRA *et al.*, 2014) sobre a produção da cultura (Tabela 5), mesmo em solo ácido e pobre em nutrientes e nunca cultivado (Tabela 1).

O maior valor de MSTAc observada com CXalf-0,436 também pode ser explicado pela adequação da disponibilidade de P no solo (Tabela 6) (ALVAREZ *et al.*, 1999) pela liberação do P da fosforita, Esse material incorporado em solo ácido e de baixo Ca^{2+} , sofreu dissociação e liberou P para absorção pelas plantas (NOVAIS *et al.*, 2007).

Tabela 5 - Médias de massa seca acumulada de raízes (MSRAc), massa seca acumulada da parte aérea (MSPAç) e massa seca acumulada total (MSTAc) pela alface.

Treatments	Components de Produção		
	MSRAc	MSPAç	MSTAc
	(g vaso ⁻¹)		
CX	0,30 c	1,30 c	1,60 c
CX-FA	0,20 d	2,00 b	2,20 c
CX-0.436	0,85 a	6,30 a	7,15 a
CX-0.872	0,64 b	2,67 b	3,32 b
CX-1.745	0,64 b	2,31 b	2,95 b
DMS	0,138	0,857	0,874
QM _{Tratamento}	0,287**	15,324**	18,922**
QM _{Resíduo}	0,004	0,154	0,160
CV (%)	11,35	13,47	11,62
C	0,367	0,505	0,524

Valores dentro da mesma coluna seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *: significante a 5% de probabilidade. **: significante a 1% de probabilidade, ***: significante a menos que 1% de probabilidade, ns: não significante. CV (%): coeficiente de variação. C: estatística de Cochran. DMS: Diferença mínima significativa do teste de Tukey.

Tabela 6 - Médias dos atributos de acidez do solo e disponibilidade de macronutrientes.

Treatments	Atributos de acidez e soma e saturação por bases do solo		
	H+Al	Al^{3+}	OC
	----- (cmol _c dm ⁻³) -----		(g kg ⁻¹)
CXalf	4,98 b	0,31 a	9,21 c
CXalf-FA	4,23 c	0,20 a	8,85 c
CXalf-0,436	5,83 a	0,30 a	14,94 b
CXalf-0,872	5,55 a	0,29 a	14,50 b
CXalf-1,745	4,80 b	0,27 a	18,20 a
DMS	0.35	0.097	1.40
QM _{Tratamento}	61,03***	34,344***	156,668***
QM _{Resíduo}	0,026	0,002	0,412
CV (%)	3,19	29,1	4,89
C	0,083	0,522	0,326

	Disponibilidade no solo					
	P	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻		
	(mg dm ⁻³)	---- (cmol _c dm ⁻³) ----	-----	(mg dm ⁻³)		
CXalf	2,0 c	1,48 b	2,07 b	7,71 b		
CXalf-FA	35,0 b	3,46 a	2,06 b	7,63 b		
CXalf-0,436	33,0 b	3,74 a	2,9 a	10,58 a		
CXalf-0,872	33,75 b	3,59 a	2,35 a	8,48 b		
CXalf-1,745	40,25 a	3,53 a	2,22 ab	8,00 b		
DMS	3,72	0,928	0,18	2,33		
QMTratamento	320,664***	10,202***	16,100***	33,078***		
QMResíduo	2,900	0,025	0,006	0,180		
CV (%)	5,91	4,58	3,43	13,94		
C	0,590	0,426	0,552	0,334		
	Concentração no tecido					
	N	P	K	Mg	S	
	----- (g kg ⁻¹) -----					
CXalf	23,84 b	0,69 d	17,77 c	6,99 c	0,78 c	
CXalf-FA	23,92 b	1,05 c	25,25 a	6,65 c	0,95 c	
CXalf-0,436	30,62 b	1,17 b	20,35 b	7,95 a	1,88 a	
CXalf-0,872	26,56 ab	0,95 c	19,65 bc	7,95 a	1,33 b	
CXalf-1,745	32,45 a	2,34 a	17,84 bc	7,62 ab	1,22 b	
DMS	3,66	0,578	2,498	0,714	0,249	
QMTratamento	21,841***	52,986***	29,258***	12,923***	52,986***	
QMResíduo	2,807	0,013	1,308	0,107	0,013	
CV (%)	6,10	9,44	5,67	4,40	9,44	
C	0,348	0,590	0,342	0,285	0,590	
	----- Acumulação na massa seca-----					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- (g vaso ⁻¹) -----					
CXalf	14,71 c	0,43 e	10,96 b	8,33 d	4,32 d	0,48 c
CXalf-FA	18,18 c	0,49 d	19,25 c	10,0 d	5,05 d	0,72 c
CXalf-0,436	42,96 a	1,63 b	28,52 a	19,85 a	11,15 a	1,70 ab
CXalf-0,872	31,64 b	1,13 c	23,45 b	15,29 b	9,47 b	1,58 b
CXalf-1,745	33,73 b	2,31 a	18,54 c	12,09 c	7,92	1,95 a
DMS	4,184	0,064	2,505	3,073	0,796	0,273
QMTratamento	161,223***	2481,11***	128,323***	42,394***	252,363***	106,437***
QMResíduo	3,364	0,00087	1,315	1,979	0,133	0,0157
CV (%)	6,49	2,35	5,69	10,74	4,80	9,76
C	0,386	0,364	0,427	0,455	0,421	0,152

Valores dentro da mesma coluna seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *: significante a 5% de probabilidade. **: significante a 1% de probabilidade, ***: significante a menos que 1% de probabilidade, ns: não significante. CV (%): coeficiente de variação. C: estatística de Cochran. DMS: Diferença mínima significativa do teste de Tukey.

Durante a decomposição do composto na mistura CXalf-0,436, parte do P presente na sua composição é liberado, somando-se ao P liberado da fosforita. Relatos indicam que essa decomposição é responsável pelo aumento da produção das plantas cultivadas, a exemplo do que ocorreu na mistura CXalf-0,436, tanto pela liberação de nutrientes quanto de ácidos orgânicos que ocupam sítios de adsorção de P e mantém sua disponibilidade no solo (CH'NG *et al.*, 2014; POSSINGER *et al.*, 2013). De maneira semelhante, Akhtar *et al.* (2018) verificaram aumento no crescimento e nos componentes

de produção da cultura do milho quando maior quantidade de material orgânico em mistura com fertilizante mineral foi aplicada ao solo. De acordo com Jantamenchai *et al.* (2022), esse aumento na disponibilidade de P em função da aplicação de resíduos orgânicos, por sua vez, está estreitamente relacionado com a concentração total do nutriente no solo, aumentada pela mineralização do resíduo aplicado.

A mistura CXalf-0,436 também ocasionou aumento nas disponibilidades de SO_4^{2-} e Mg^{2+} no solo (Tabela 6). Estas observações também se devem à decomposição do composto presente nesta mistura (Tabela 4), e que traz o N e S em sua composição. Adicionalmente, também pode ter contribuído com este resultado, a adição de 2 dag kg^{-1} de N a partir de ureia (KIEHL, 2008) para redução da C/N durante a produção do composto, tornando-o mais decomponível para liberação e absorção dos nutrientes nele presentes (SORATTO *et al.*, 2012; CHACÓN *et al.*, 2011).

Corroborando com a adequada disponibilidade de nutrientes no solo (ALVAREZ *et al.* (1999), a mistura CXalf-0.436 também ocasionou maiores concentrações de N, P, K, Mg e S no tecido da alface que, por sua vez, contribuíram para maiores acumulações destes nutrientes. Este fato pode dever-se, principalmente, à maior quantidade de MSTAc, a despeito do fato de que estas concentrações estiveram abaixo da faixa de suficiência no tecido da alface (ALVAREZ *et al.*, 1999).

RELAÇÃO COMPONENTES DE PRODUÇÃO-ATRIBUTOS DE SOLO E PLANTA

As correlações lineares de Pearson (r) entre os atributos de fertilidade solo e os componentes de produção da alface variaram de médias a altas, exceto entre o P_{fo} e as MSPAc e MSTAc. Os resultados da Tabela 7 evidenciam que os aumentos nos valores dos componentes de produção foram semelhantes aos aumentos nas disponibilidades de SO_4^{2-} e Mg^{2+} no solo. No entanto, é importante observar que esse compartilhamento de variâncias, trazem de forma lógica, a informação necessária para ratificar a superioridade estatística do nível de mistura CX-0,436 em relação à MSTAc pela cultura da alface. Ou seja, ao ser aplicado concomitantemente os demais tratamentos e com eles comparado, e considerados os erros experimentais homogêneos dentro do grupo de tratamentos, a MSTAc com a mistura CX-0,436 é ratificada quanto ao seu maior valor fertilizante para alface em sistema de cultivo orgânico.

Tabela 7 - Correlação linear de Pearson (r) entre atributos de solo e planta com as massas secas de raízes (MSRAc), parte aérea (MSPAc) e massa seca acumulada total (MSTAac) pela alface.

Atributo	MSRAc	MSPAc	MSTAac
	----- r -----		
N _{fo}	0,76***	0,52***	0,56***
P _(M-1)	0,43***	0,35***	0,37***
P _{fo}	0,36***	0,04***	0,08***
Ca _{fo}	0,38***	0,70***	0,68***
Mg ²⁺	0,86***	0,70***	0,73***
Mg _{fo}	0,84***	0,55***	0,60***
K _{fo}	0,35***	0,54***	0,53***
SO ₄ ²⁻	0,77***	0,93***	0,93***
S _{fo}	0,87***	0,89***	0,92***

N_{fo}: nitrogênio foliar; P_(M-1): fósforo (Mehlich-1); P_{fo}: fósforo foliar; K_{fo}: potássio foliar; Mg²⁺: magnésio trocável; Mg_{fo}: magnésio foliar; Ca_{fo}: cálcio foliar; SO₄²⁻: enxofre disponível no solo; S_{fo}: enxofre foliar; ***: valor significativo para p<0,01; **: valor significativo para p<0,05; NS: valor não significativo.

Tomando-se como base estas observações, é possível afirmar-se que, em maior ou menor grau, as produções sofreram variações concomitantes não somente com a absorção de P isolada. Pelo contrário, também estiveram relacionadas às absorções de N, K, Mg e de S. Este grau de associação entre variáveis, que oscilou de média a alta, indica seu efeito conjunto que contribuiu com os aumentos verificados nos valores dos componentes de produção acumulada pela cultura da alface em todos os tratamentos comparativamente ao tratamento controle (T1).

Tais verificações também podem ser validadas pelas médias a altas correlações entre a disponibilidade no solo e a absorção e acumulação de P, Mg e S e as altas associações entre as absorções e acumulações de N, Ca e K (Tabela 8). Estas correlações positivas evidenciam que a variação de uma unidade nos valores destas variáveis de solo e de planta ocasionam, de modo conjunto, uma variação semelhante no acúmulo das MSRAc, MSPAc e MSTAc pela cultura da alface.

Tabela 8 - Correlação linear de Pearson (r) de atributos de fertilidade solo e concentração e acumulação de macronutrientes

Atributo	N _{ac}	P _{fo}	P _{ac}	Ca _{ac}	Mg _{fo}	Mg _{ac}	K _{ac}	S _{fo}	S _{ac}	Mg ²⁺	Al ³⁺
N _{fo}	0,83***										
P _(M-1)		0,61***	0,70***							0,44***	-0,60***
P _{fo}			0,92***								
Ca _{fo}				0,67***							
Mg ²⁺					0,72***	0,87***					-0,18***
Mg _{fo}						0,86***					
K _{fo}							0,74***				
SO ₄ ²⁻								0,88***	0,50***	0,72***	0,30***
S _{fo}									0,70***		

P_(M-1): fósforo (Mehlich-1); P_{fo}: fósforo foliar; P_{ac}: fósforo acumulado; K_{fo}: potássio foliar; K_{ac}: potássio acumulado; Mg²⁺: magnésio trocável; Mg_{fo}: magnésio foliar; Mg_{ac}: magnésio acumulado; Ca_{fo}: cálcio foliar; Ca_{ac}: cálcio acumulado; SO₄²⁻: enxofre disponível no solo; S_{fo}: enxofre foliar; S_{ac}: enxofre acumulado; Al³⁺: alumínio trocável; ***: valor significativo para p<0,01; **: valor significativo para p<0,05; NS: valor não significativo.

EFICIÊNCIA AGRONÔMICA

Os índices de eficiência agronômica (IEA) das misturas do P da fosforita com composto e da FA aplicada isoladamente (CX-FA) em relação à MSTAc no solo não tratado são especificados na Tabela 9. Os IEA confirmam o resultado de produção de MSTAc observado para a alface nas presentes condições experimentais.

Tabela 9 - Índices de eficiência agronômica.

Tratamento	MSTAc (g vaso ⁻¹)	IEA (%)
CXalf	1,60	-
CX-FA	2,20	137,50
CX-0.436	7.15	446,87
CX-0.872	3.32	206,25
CX-1.745	2.95	184,37

IEA: Índice de eficiência agronômica.

O nível de mistura de 0,436 dag kg⁻¹ de P da FA mostrou-se cerca de 225% mais eficiente que a referência (T1), seguido pelos níveis de 0,872 e 1,745 dag kg⁻¹ de mistura. Semelhantemente, outros autores aplicaram diferentes materiais orgânicos ao solo, em mistura ou concomitantemente a fontes de P, e também observaram melhoria da eficiência produtiva e aumentos na disponibilidade de P no solo (CRUZ, 2019) e qualidade da produção de diferentes culturas (RAMOS; LEONEL, 2014).

CONCLUSÕES

A mistura de composto de resíduos do despulpamento de açaí referente a 0,436 dag kg⁻¹ de fósforo a partir da fosforita proporcionou maiores acumulações de massa seca de raiz, massa seca da parte aérea e massa seca total da alface. Também foram verificadas concentrações adequadas de macronutrientes no tecido que, por sua vez, elevaram suas acumulações na massa seca total, o que indica maior eficiência desse nível de mistura para a produção de alface orgânica cultivada em ambiente protegido.

AGRADECIMENTOS

À FAPEAM: pela bolsa concedida ao aluno de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

AKHTAR, Mahmood; ISLAM, Shabiul. Effects of municipal solid waste compost and fertilizers on the biomass production and yield of BRRI dhan 50. **Progressive Agriculture**, v. 29, n. 2, p. 82-90, 2018. Disponível em: <<https://www.banglajol.info/index.php/PA/article/view/38291>>. Acesso em: 20 jul. de 2021.

ALVAREZ, V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F. de; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T.G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25- 32

CH'NG, Huck Iwih; AHMED, Elmerath. Improving phosphorus availability in an acid soil using organic amendments produced from agroindustrial wastes. **The Scientific World**, v. 2014. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/tswj/2014/506356/>> Acesso em: 20 de jul. 2021.

CHACÓN, Enrique; SILVA, Rogério; CANTARUTTI, Reinaldo Bertola. Decomposição de fontes orgânicas e mineralização de formas de nitrogênio e fósforo. **Rev. Ceres**, v. 58, n.3, pp. 373-383, 2011. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/3052/305226801008.pdf>> Acesso em: 20 de jul. de 2021.

CHIEN, Sen.; SALE, Peter; FRIESEN, Daniel. A discussion of the methods for comparing the relative effectiveness of phosphate fertilizers varying in solubility. **Fertiliser Research**, The Hague, v. 24, p. 149-157, 1990. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF01073583>>. Acesso em: 20 de jul. de 2021.

CRUZ, Caio Vilela. Produção e eficiência agrônômica de composto orgânico



bioestabilizado enriquecido com fósforo a partir de lodo de esgoto. 2019. 111 p. **Tese** (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, Câmpus de Botucatu, Botucatu, SP. Disponível em

<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/191841/cruz_cv_dr_botfca.pdf?sequence=3> Acesso em: 12 de jan. De 2022.

DAZA-TORRES, Martha; ÁLVAREZ-HERRERA, Javier; CAMACHO-TAMAYO, Jesus. Aplicación de materiales orgánicos e inorgánicos en la adsorción de fósforo en un Oxisol. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 12, n. 5, p. 451–457, 2008. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/S1415-43662008000500002>> Acesso em: 20 de jul. de 2021.

IYAMUREMYE, Faustin; DICK, Richard; BAHAM, John. Organic amendments and phosphorus dynamics: phosphorus chemistry and sorption. **Soil Science**, v. 161, p. 426–435, 1996. Disponível em: <<http://doi.org/10.1097/00010694-199607000-00002>> Acesso em: 20 de jul. de 2021.

KIEHL, Edmar. **Adubação orgânica: 500 perguntas e respostas**. 2.ed. Piracicaba: Degaspari, 2008. 234 p.

KPOMBLEKOU-A, Kacoasse; TABATABAI, Malit. Effect of low-molecular weight organic acids on phosphorus release and phytoavailability of phosphorus in phosphate rocks added to soils. **Agric Ecos and Environment**, v. 100, p. 275–284, 2003. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880903001853?via%3Dihub>> Acesso em: 20 de jul. De 2021.

JANTAMENCHAI, Metawee; SUKITPRAPANON, Tanabhat-Sakorn; TULAPHITAK, Duangsamorn; VITYAKON, Patma. Application of Organic Residues of Different Qualities Affects Available Phosphorus in a Tropical Sandy Soil of Northeast Thailand. **Songklanakarín Journal of Plant Science**, v. 9, n. 1, p. 24–31, 2022. Disponível em: <<https://www.sjplantscience.com/index.php/ojs/article/view/37>> Acesso em: 20 de jul. de 2021.

JORGETTO, Lizandra Oliveira. Compostos orgânicos enriquecidos com fontes de fósforo em cultivos sucessivos de alface. 2019. 77 p. **Dissertação** (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, Câmpus de Botucatu, Botucatu, Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/191057?show=full>> Acesso em: 12 de jan. de 2023.

LIMA, Juliana Alves; OLIVEIRA, Hugo Vieira de; BORGES, Kevyllen Moreira Barbosa; ABRANTES, Karoline dos Santos; LEANDRO, Wilson Mozena. Compostagem Enriquecida Com Fosfatos na Cultura da Pimenta em Sistema Orgânico de Produção em Vaso. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 2, 2018. Disponível em: <<https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/2423/2207>> Acesso em: 12 de jan. de 2023.



MACHADO, Keila da Silva; MALTONI, Kátia Luciene; SANTOS, Cinthia Montibeller; RODRIGUES, Ana Maria. Resíduos orgânicos e fósforo como condicionantes de solo degradado e efeitos sobre o crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. **Rev. Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, pp. 541-552, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1980-509820142403003>> Acesso em: 12 de jan. de 2023.

MALDONADE, Iriani Rodrigues; MATTOS, Leonora MANSUR; Moretti, CELSO LUIZ. **Manual de boas práticas agrícolas na produção de alface**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014. 44 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1009227>> Acesso em: 12 de jan. de 2023.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Coordenação-Geral de Apoio Laboratorial; Murilo Carlos Muniz Veras (Org.), Brasília: MAPA/SDA/CGAL, 2014. 220 p.

MUELLER, S.; WAMSER, A. F.; SUZUKI, A.; BECKER, W.F. Produtividade de tomate sob adubação orgânica e complementação com adubos minerais. *Horticultura Brasileira*, v. 31, n. 1, p. 86-92, 2013. <10.1590/s0102-05362013000100014>

NOVAIS, Roberto Ferreira; ALVAREZ, Vitor Hugo; BARROS, Nairam Felix; *et al.* **Fertilidade do solo**. Viçosa-MG; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. pp. 376-443.

OLIVEIRA, Leandra; ACCIOLY, Adriana; DOS SANTOS, Carlos; FLORES, Rilner; BARBOSA, Flávia. **Características químicas do solo e produção de biomassa de alface adubada com compostos orgânicos**. **Rev Bras de Eng Agrícola e Ambiental**, v.18, n. 2, pp. 157-164, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000200005>> Acesso em: 21 de jul. De 2021.

PEIXOTO FILHO, José; FREIRE, Maria dos Santos; FREIRE, Fernando; MIRANDA, Márcio; PESSOA, Luiz; KAMIMURA, Karina. Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. **Rev Bras de Eng Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, pp. 419-424, Campina Grande, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000400010>> Acesso em: 21 de jul. de 2021.

POSSINGER, Angela; BYRNE, Loren; BREEN, Nancy. Effect of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) on soil phosphorus availability and organic acids. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 176, n. 1, pp.16-18, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/jpln.201200337>> Acesso em: 12 de janeiro de 2021.

RAMOS, Dayana Portes; LEONEL, Sarita. Atributos de qualidade de frutos de tangerineira ‘Poncã’ adubada com composto orgânico, em dois ciclos agrícolas de



avaliação. **Sci Plena**, v. 10, n. 9, 2014. Disponível em: <<https://www.scienciaplenu.org.br/sp/article/view/1883/0>> Acesso em: 12 de jan. de 2023.

REIS, Ailton; MADEIRA, Nuno Rodrigo. **Diagnóstico dos principais problemas no cultivo de hortaliças no Estado do Amazonas**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. (Embrapa Hortaliças: Circular Técnica 82. 12 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/783039>> Acesso em: 12 de jan. de 2023.

SANTOS, Jonatas Teixeira; GUIMARÃES, Juliana Caroni Silva; FRANCO, Juni; DE ALVARENGA, CORDEIRO, Adélia; ANDRADE, Cibele; FERREIRA DOS SANTOS, Charles; THEREZO, Paulo Ianne. Resíduos Sólidos Orgânicos: Uma Análise Cienciométrica Acerca da Utilização da Compostagem Para a Geração de Adubo. **Research, Society and Development**, v. 7, n. 12, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.33448/rsd-v7i12.498>> Acesso em: 12 de jan. de 2023.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/330496>>

SODRÉ, Ana Carolina; HcABER JOSÉ, Lenita; LUZ, Magno; MARQUES, Marcia; RODRIGUES, Carlos. 0000 Adubação orgânica e mineral em melissa. **Hortic Brasileira**, v. 31, p. 147-152, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-05362013000100023>> Acesso em: 21 de julho de 2021.

SORATTO, Rogério Peres; CRUSCIOL, Carlos Alexandre; COSTA, Cláudio Hideo; FERRARI NETO, Jaime; CASTRO, Gustavo Spadotti. Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes em resíduos de crotalária e milho, cultivados solteiros e consorciados. **Pesq. agropec. brasileira**, v. 47, n. 10, p.1462-1470, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/27426/S0100204X201200100008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 20 de jul. de 2021.

SOUZA JÚNIOR, João Carlos; BRAGA, Ana Carolina Maciel; DOS SANTOS, Cássio Rafael Costa; DA SILVA JÚNIOR, Mario Lopes; DE MELO, Vânia Silva. O manejo com a trituração da vegetação favorece o incremento de matéria orgânica e as formas de fósforo no solo. **Sci Plena**, v. 11, n. 9, 2015. Disponível em: <<https://www.scienciaplenu.org>> Acesso em: 12 de jan. de 2023.

