

Formulação de fertilizante organomineral constituído por subprodutos de processos industriais

Cânfora, Stwe Marllon Tavares
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0774-1090>
Universidade de Uberaba, Brasil
E-mail: falecomstwe@yahoo.com.br

De Lima, Adriano Dawison
<https://orcid.org/0000-0002-2625-9083>
Universidade de Uberaba, Brasil
E-mail: adriano.lima@uniube.br

Fernandes, André Luís Teixeira
<https://orcid.org/0000-0002-2727-3477>
Universidade de Uberaba, Brasil
E-mail: andre.fernandes@uniube.br

Finzer, José Roberto Delalibera
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6139-3619>
Universidade de Uberaba, Brasil
E-mail: jose.finzer@uniube.br

Resumo:

Uma estratégia para o futuro do setor agrícola consiste no direcionamento de pesquisas relacionadas ao investimento em tecnologias para a produção de fertilizantes organominerais, bem como a formulação, com matérias primas, de fontes alternativas, baseando-se no princípio de produtividade e na capacidade de reduzir riscos ambientais, custos e minimizar dependência comercial dos fertilizantes minerais, principalmente quando estes são importados, como é o caso da importação de fertilizantes do Brasil. Este estudo teve como objetivo avaliar o aproveitamento de fertilizantes organominerais, de forma eficiente, associado ao baixo custo de produção. Avaliou-se também a importância dos macronutrientes para a reestruturação do solo, com a reposição de matéria orgânica, que proporciona a devolução de alguns minerais, como o potássio e o nitrogênio, que retorna ao ciclo de produção. Foram estudadas três fontes, tratadas como matéria-prima, oriundas de processos industriais e classificadas como (resíduos) que são: basalto (filler de pó de rocha), cinza do bagaço da cana-de-açúcar e raspa de ureia (varredura), que combinados, oferecem nutrientes suficientes para atender à demanda de algumas culturas comerciais. Avaliou-se, também, a necessidade de macronutrientes para algumas culturas, para entender se a mistura planejada, atenderia à demanda necessária. Por fim, realizou-se um estudo econômico da unidade fabril projetada, calculando-se o resultado econômico previsto

Palavras-Chave: Fertilizante organomineral. Inovação. Resíduos. Produtividade. Baixo custo.

Date of Submission: 13-01-2024

Date of Acceptance: 23-01-2024

I. Introdução

A produção agrícola brasileira tem batido recordes de maiores colheitas da história. Desde 2018, o clima favorável, o crescimento da área plantada e o aumento da produtividade foram decisivos para explicar o bom desempenho nos cinco grãos mais cultivados no Brasil, arroz, milho, soja e trigo, com uma área total plantada de 59 milhões de hectares espalhados pelo País.

Segundo a Agência Gov [1], a última safra brasileira de grãos (2022/2023) foi a maior da história, quando o Brasil produziu 320 milhões de toneladas

Formulação de um fertilizante organomineral.

Normalmente, no fluxo operacional de processos industriais, há produção de resíduos ou subprodutos, que acabam se tornando um problema para a indústria, que não consegue reprocessar estes adequadamente, situação que contribui para a poluição ambiental. Na Economia Circular, existe um alto potencial a ser explorado em que se incluem os resíduos no desenvolvimento de novos produtos.

De acordo com Kiehl [2], os fertilizantes organominerais contêm componentes minerais e orgânicos, que se complementam, um de forma mais lenta, que é a parte dos orgânicos da formulação e o outro é a parte do mineral, que age de mais rápido.

Conforme Beauclair [3], os fertilizantes orgânicos possuem diversos aspectos positivos, sendo um deles, o de maior importância, o da sustentabilidade em relação aos minerais, o que agrega valor ao processo. Alguns fertilizantes minerais apresentam uma liberação lenta de seus elementos nutricionais, e contribuem de forma importante para evitar os riscos do excesso de fertilizantes, tanto orgânicos quanto minerais e consequente contaminação das águas subterrâneas.

O objetivo deste estudo foi formular um novo fertilizante organomineral, de baixo custo, e com eficiência agrônômica, com o uso de três fontes de matéria-prima, oriundas de processos industriais, classificados como (resíduos), que foram: basalto (*filler* de pó de rocha), cinza do bagaço da cana-de-açúcar, raspa de ureia (varredura), que combinados, podem oferecer nutrientes para atender à demanda de algumas culturas comerciais.

II. Material e métodos

Basalto (*filler* de pó de rocha) – fonte de minerais:

Para este estudo, foi selecionado o basalto, com a granulometria de um *filler* do pó de rocha, que já é explorado no mercado com potencialidades para uso como fertilizante para algumas culturas.

Atualmente, na grande parte do processo de extração de basalto, nas mineradoras, pedreiras e demais segmentos agroindustriais, o pó de rocha (*filler*), é tratado como um resíduo, constituindo a formação de um passivo ambiental [4].

De acordo com Nunes [5], as partículas finas das rochas são os principais resíduos oriundos de processos de britagem e corte de rochas na exploração mineral em setores ligados à extração do mineral.

O uso de fertilizante à base de pó rocha pode reequilibrar e regenerar os solos esgotados, com possível melhoria na qualidade dos produtos colhidos, melhoria na produção e no uso mais sustentável de macro e micronutrientes [6].

O basalto pode facilitar a absorção pelas plantas dos elementos nutricionais, devido às trocas iônicas, quando combinado com outros fertilizantes, reduzindo o empobrecimento do solo e possibilitando que elementos nutritivos possam ser aproveitados em profundidade, em áreas inacessíveis ao sistema radicular [7], [8].

Para uso na fertilização, os benefícios advindos da utilização do basalto (pó de rocha) são promissores, conforme várias pesquisas realizadas [9].

O subproduto utilizado no experimento, que foi retirado em uma usina de asfalto na região de UBERABA – MG, foi submetido a análises laboratoriais, por difração de raios X, sendo o resultado mostrado na Tabela 1, com partículas entre 100 e 400 *mesh* (serie Tyler).

Cinza de bagaço de cana-de-açúcar (CBCA):

A cinza de bagaço de cana, denominado CBCA, é uma matéria-prima fundamental para a mistura em análise, por ser um resíduo da indústria sucroalcooleira, gerado após queima do bagaço de cana-de-açúcar nas caldeiras, para a geração da bioenergia. Este resíduo é potencialmente viável, pois além de sustentar a etapa de produção de açúcar e álcool, gera recursos financeiros para a empresa produtora. Os resultados da análise granulométrica constam na Tabela 2.

No processo produtivo da usina, em média, são gerados 2,5 kg de cinza por tonelada de cana, que atualmente, é aproveitada no campo como remineralizador do solo. Porém, a geração é maior do que a capacidade de utilização desta sobra residual.

Esse resíduo pode proporcionar ganhos variáveis na produção de insumos como os fertilizantes, conforme resultado de análise na Tabela 3 [11].

Varredura/raspa de ureia (U):

Para a demanda de um fertilizante básico como o cloreto de potássio, a ureia, fosfato reativo e sulfato de amônia, em média as importações, chegam na seguinte proporção: K (92%), N (75%), P (48%) e S (82%) [11].

Tabela 1: Avaliação química do Filler de Basalto [10].

ANÁLISE QUÍMICA DA AMOSTRA DE BASALTO - LABORATORIAL	
Oxidos Analisados (%) em massa	BASE ÚMIDA
	Filler #400 Tyler Mesh
SiO ₂	49,78
TiO ₂	3,16
Al ₂ O ₃	13,12
Fe ₂ O ₃	14,63
MnO	0,18
MgO	5,35
CaO	8,76
Na ₂ O	2,29
K ₂ O	1,01
P ₂ O ₅	0,46
SO ₃	<LQ
LOI	0,90
SOMA	99,63

(<LQ) = Concentração abaixo do limite quantificável.

Tabela 2: Resultado da análise granulométrica [10].

Peneira (mm)	Resíduo retido (g)	
	Cinza	Bagaço
9,5	0	44
2	25	83
1,7	7	0
1,18	11	0
1	11	4
0,6	15	0
0,425	9	13
0,3	17	0
Fundo	55	6

Tabela 3: Componentes químicos da cinza [10].

RESULTADO DA ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DO CBCA - CINZA DO BAGAÇO DE CANA DE AÇUCAR	
Atributos	Teores (g kg ⁻¹)
K ₂ O	2,7
Ca	1,2
P ₂ O ₅ total	1,2
Mg	0,7
S	0,3
Mn	0,1
B	0,02
Zn	0,01
Co	<0,0009
Mo	<0,0001
Cu	<0,0,01
Fe	2,8

O uso da Ureia, na composição de um fertilizante organomineral de acordo com a apreciação realizada em campo, com profissionais do setor de fertilizantes, possibilitou entender que a mistura denominada B.C.U, ao receber uma carga mineral da ureia, passa a ser estabelecido como uma fonte organomineral, ampliando a sua utilidade em campo.

Esse subproduto pode ser encontrado com frequência em navios, armazéns ou nas indústrias de fertilizantes minerais e possuindo alta concentração de nitrogênio (46%). Morfologicamente, a ureia é encontrada no mercado nas formas cristalina ou granulada na cor branca ou mista (varredura misturada) de valor comercial agregado, porém, com o custo menor do que a ureia pura.

III. Resultados e discussão

Existem vários trabalhos na literatura relacionados à avaliação dos efeitos agrônômicos dos fertilizantes organominerais em diversas culturas, como soja, trigo e aveia [13], [14]; melão [15]; café [16]; milho [17]; [18]; cana-de-açúcar e feijão [18], entretanto, não foram encontradas referências bibliográficas, com resultados de ensaios comparativos, em relação aos fertilizantes organominerais com fontes de fertilizantes minerais.

Os fertilizantes organominerais têm como objetivo aumentar o teor de nutrientes, promovendo de forma eficiente o desenvolvimento das culturas [17]. Estudos realizados com as culturas de milho e soja resultaram em

um incremento de 20% na produção de matéria seca dessas culturas, quando se utilizou fertilizante organomineral em relação à uma fonte mineral [19].

De acordo com estudos existentes no mercado por diversos autores, os fertilizantes que contêm macronutrientes disponibilizam concentrações abundantes para as culturas. Foi estabelecido, as seguintes necessidades de N.P.K, por cultura para produzir (1) uma tonelada, conforme Tabela 4, o que pode ser usado para formulações.

De acordo com a Tabela 7, o organomineral estudado neste trabalho consegue fornecer os nutrientes necessários para atender à demanda nutricional de algumas culturas especificadas. Os testes de misturas realizadas neste estudo foram elaborados de acordo com as informações obtidas na literatura.

Na Figura 1, constam diretrizes de associações de macronutrientes que podem ser combinados na relação química, sem prejuízo à mistura, evitando desperdício de matéria prima. A combinação descrita pode ser elaborada de acordo com a necessidade da cultura explorada no campo, contribuindo com o princípio da eficiência no processo de adubação, evitando-se o uso de recursos desnecessários, que proporcionariam prejuízos não só financeiros, mas também, nutricionais para o plantio instalado na propriedade. Na verificação da compatibilidade, associar a interseção de uma linha horizontal com uma vertical.

A necessidade de associação de cada nutriente, para que seja formulado o tipo de mistura, pode ser expresso em percentual mássico de cada nutriente.

A formulação do fertilizante deste estudo foi feita na forma de farelado (pó), com partículas menores (maior superfície específica), para maximizar a absorção pelas raízes das plantas.

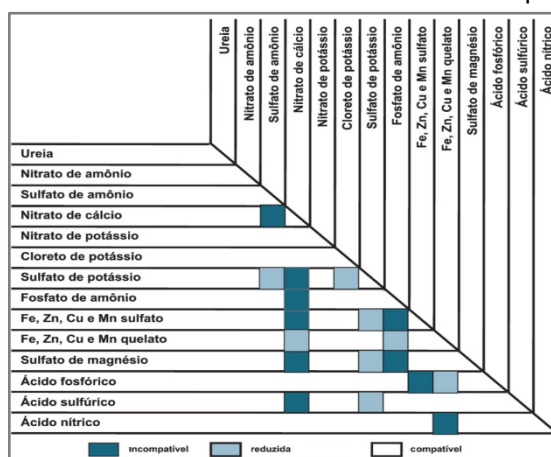
IV. Análise econômica

Os valores dos custos totais foram o resultado da somatória dos custos fixos com os custos variáveis, de acordo com as seguintes informações [20, 23]; Matéria-prima: (disponibilidade, quantidade, qualidade, custo); Termodinâmica e cinética química envolvida (equilíbrio, rendimentos, taxas, condições ótimas); Equipamentos necessários; Estimativa do custo de produção e do investimento); Lucro (provável e ótimo por unidade de massa do produto e por ano; retorno do investimento); avaliação do impacto ambiental provocado pelo empreendimento; Mercado. Os equipamentos do processo produtivo formam especificados e descritos na Tabela 5.

A formação do escritório contemplando: notebook *Dell Vostro* i5 1tr; móveis planejados com prancha para reunião; impressora *HP LASERJET* m428fdw; cadeiras de escritórios para sala de reunião; demais equipamentos para escritório foi orçada em R\$ 20.849,00. O custo da matéria-prima foi descrito na Tabela 6.

Para formar as misturas, estão apresentados valores aproximados constituídos por partes que serão acrescidas em cada formulação. Como exemplo, o percentual de cada componente utilizada na mistura, simulada, é descrito na Tabela 7, onde: N, P e K referem-se aos níveis destes macronutrientes encontrados nos resíduos do estudo: ureia, cinza e pó de basalto, respectivamente.

Figura 1: Combinações de macronutrientes de acordo com a matéria-prima (19), [20], [21].



Os custos diretos alocados para os investimentos na fábrica foram computados como: a) custos diretos: Energia elétrica; Mão de Obra (Salários com Encargos); Cuidados na edificação (incluindo limpeza do equipamento); Total R\$ 10.300,00/mês e b) Custos indiretos: Engenharia Agrônômica (Consultoria Técnica); Aluguel (Galpão); Água; Análise Laboratorial (Lotes de Produção); Total R\$ 8.350,00/mês.

Tabela 4: Necessidade de Nutrientes por tipo de cultura [10]. Boletim de Informações técnicas/Embrapa/IAC e Petrobrás, adaptado pelo autor.

Exigências em N.P.K das principais culturas para produzir uma tonelada			
CULTURA	UREIA N (kg ha⁻¹)	FÓSFORO (kg ha⁻¹)	POTÁSSIO (kg ha⁻¹)
Arroz	54	10	14
Milho	105	21	52
Feijão ¹	65	21	120
Soja ¹	44	17	42
Batata	13	3	13
Cana-de-Açúcar	3	0,5	1,4
Mandioca	13	1,4	5
Algodão	130	8	23
Coco	200	41	130
Dendê	7	1	21
Alface	4	0,7	5
Cebola	9	1,5	7
Cenoura	24	5	43
Tomate	4	1,1	7
Abacaxi	9	1	9
Banana	11	0,6	12
Laranja	4	0,5	2
Uva	7	1,5	3
Cacau	133	7	60
Fumo	11	1	6

Tabela 5: Equipamentos para a área de produção da mistura [9].

EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS PARA FORMULAÇÃO/MISTURA:			
DETALHAMENTO	QTD.	PREÇO	TOTAL
MISTURADOR REDEMOINHO – PARA 1 T. SKL	02	R\$ 4.500,00	R\$ 9.000,00
MOEGA RESERVATÓRIO ALFA PARTS	01	R\$ 4.000,00	R\$ 4.000,00
SILO COM ENSACADORA MECÂNICA DW	01	R\$ 2.550,00	R\$ 2.550,00
TRATOR MASSEY FERGUNSON MODELO 4275	01	R\$ 35.500,00	R\$ 35.500,00
ESTEIRA TRANSPORTADORA (6 METROS) LINE	01	R\$ 7.500,00	R\$ 7.500,00
COMPRESSOR DE AR 2HP 200L	01	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00
LAVADORA DE ALTA PRESSÃO 5HP	01	R\$ 3.450,00	R\$ 3.450,00
TOTAL			64.000,00

Tabela 6. Preço da matéria-prima a ser utilizada na mistura B.C.U.[10]

PREÇO MÉDIO DA TONELADA DOS SUBPRODUTOS UTILIZADOS NO - B.C. U		
SUBPRODUTO EXTRAÍDO		PREÇO DA TONELADA DA MATÉRIA-PRIMA
1º	FILLER (PÓS DE ROCHA)	R\$ 90,00
2º	CINZA DO BAGAÇO DE CANA	R\$ 29,50
3º	VARREDURA DE UREIA	R\$ 565,50
TOTAL CONSIDERANDO 03 TONELADAS		R\$ 684,50

Tabela 7: Resultado de simulação de formulações [10].

SIMULAÇÃO DE FORMULAÇÕES – N.P.K:				
Combinação da porcentagem (%) de cada macro nutriente:	Preço da matéria-prima fracionada conforme formulação:			Valor total da soma total dos (%) de cada matéria-prima, para completar a formulação indicada
	N (%)	P (%)	K (%)	
20.05.20	R\$ 113,00	R\$ 1,48	R\$ 18,00	R\$ 132,48
10.05.20	R\$ 56,50	R\$ 1,48	R\$ 18,00	R\$ 75,98
05.10.20	R\$ 28,25	R\$ 2,95	R\$ 18,00	R\$ 49,20
10.10.20	R\$ 56,50	R\$ 2,95	R\$ 18,00	R\$ 77,45

Em razão de haver diversos tipos de cálculo da depreciação, nesta pesquisa optou-se pelo método do fundo de amortização (*Sinking-fund Method*), usando a taxa anual de “i” de 10% ao ano, sendo o valor residual dos equipamentos após de 10 anos de uso igual a 10% do valor inicial [23], obtendo-se: R\$ 7.636,41/ ano [10].

Na análise da matéria-prima do processo produtivo, foi possível mensurar o custo de produção, relacionado à formulação, especificamente, pois se trata de um fator alinhado ao aspecto produtivo, variando em função da quantidade produzida. Considerando-se que a produção foi realizada com a média de 20 a 23 dias, (segunda a sexta), por mês, foi definida a seguinte variável mensal:

$$\text{PRODUÇÃO DA MISTURA} = [(5.000\text{kg}/\text{dia}) \times (22\text{dias})] / 01 \text{ mês} = 110.000 \text{ kg}/\text{mês} \text{ ou } 110 \text{ t}/\text{mês}.$$

O custo de produção contempla os Custos variáveis e os Custos Fixos, que neste estudo, totalizaram R\$ 684,50/3 t. Para a produção de um fertilizante organomineral com quantidades idênticas dos três resíduos, conconsiderando 110 t/mês, o valor foi de R\$ 25.098,30/mês.

Considerando as Despesas Gerais relativas à segurança, embalagem, controle de laboratório, armazenagem, controle ambiental e despesas de administração, tem-se o Custo Total do Produto [10].

$$\text{CTP: } (\text{R\$ } 25.098,30 + \text{R\$ } 10.300,00) + \text{R\$ } 8.350,00 = \text{R\$ } 43.748,00/\text{mês}.$$

Estimou-se a comercialização da mistura de B.C.U em média no valor de R\$ 1.400,00/ton. O Lucro Bruto corresponde a: R\$ 154.000,00 - R\$ 43.748,00 = R\$ 110.252,00/mês.

V. Conclusões

As matérias-primas utilizadas na formulação deste estudo constituem o fertilizante que será aplicado, atendendo à exigência dos macronutrientes primários, que são nitrogênio, potássio e fósforo, sem ressaltar os demais elementos disponíveis de outros macros e micronutrientes, como por exemplo a sílica, que aumenta a resistência das plantas contra pragas e doenças.

Outro benefício da cinza é o efeito de melhoria na acidez do solo, pois tem o efeito equivalente a 0,5 toneladas de calcário. A cinza do bagaço poderá sofrer pequenas variações em suas características, de acordo com a variedade da cana-de-açúcar, do clima, da temperatura, e principalmente dos fertilizantes utilizados [24].

Já com relação ao filler do pó de rocha (Basalto), apresenta como propriedades a alta capacidade de fornecer macros e micronutrientes ao solo, de liberação lenta, constituindo-se em uma fonte alternativa à fertilização química.

Na utilização da varredura (raspa) de ureia, disponível na formulação do B.C.U, existe o potencial de nitrogênio incorporado no produto final, pelo alto teor do elemento (46% de N), sendo um importante nutriente para a maioria das culturas. Há grande vantagem de um fertilizante organomineral rico em nitrogênio, pois é um dos elementos mais demandados pelas culturas agrícolas, com exceção das leguminosas, que captam o nitrogênio atmosférico.

Convém salientar o aspecto inovador deste trabalho, que preconizou o uso de fontes sustentáveis de matérias primas, tornando resíduos de uma atividade como insumos de outra atividade.

Por fim, ressalta-se o resultado econômico do projeto, com a implantação da unidade fabril, conforme demonstrado nos cálculos econômicos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Universidade de Uberaba pelo apoio disponibilizado ao desenvolvimento deste estudo.

Referências

- [1]. Agência Gov. Estimativa para safra de grãos 2023/2024 é de 306,4 milhões de toneladas. Disponível em: <https://agenciagov.etc.com.br/noticias/202401/estimativa-para-safra-de-graos-2023-2024-e-de-306-4-milhoes-de-toneladas>. Acesso em 10 jan. 2024.
- [2]. Kiehl, E. J. Fertilizantes Organominerais. Piracicaba: Editora Degaspari, 1999. 146 p.
- [3]. Beauclair, E.G.F. Anatomia e botânica. In: Dinardo Miranda, L. L.; Vasconcelos, A.C.M.; Landell, M.G.A. Cana-de-açúcar. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. p.47-56.
- [4]. Carvalho, A.M.X. Rochagem: um novo desafio para o manejo sustentável da fertilidade do solo: Sustentabilidade e inovação no campo. Minas Gerais, 2013. 234p.
- [5]. Nunes, J.M.G. et. al. Caracterização de resíduos e produtos de britagem de rochas basálticas e avaliação da aplicação na rochagem. Dissertação de Mestrado, Centro Universitário LaSalle Unilasalle, Canoas (RS), 2014. 101p.
- [6]. Escosteguy, P. A. V.; Klamt, E. Basalto moído como fonte de nutriente. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.22, p.11-20, 1998.
- [7]. Shiki, S.; Silva, J.G.; Ortega, A.C. Agricultura, meio ambiente e sustentabilidade do Cerrado Brasileiro. Uberlândia Gráfica da UFU: Universidade Federal de Uberlândia, 1997. 372p.
- [8]. Martins, Eliseu; Rocha, Welington. Métodos de custeio comparados; os custos e margens analisados sob diferentes perspectivas. São Paulo: Atlas, 2010.
- [9]. Melamed, R.; Gaspar, J.C.; Miekeley, N. Pó-de-rocha como fertilizante alternativo para sistemas de produção sustentáveis em solos tropicais. (Série estudos e documentos, 72). CETEM/MCT, 2007.
- [10]. Stwe, M.T.C. novo fertilizante organomineral usando subprodutos de processos industriais: uma visão financeira da produção. Dissertação de Mestrado, Universidade de Uberaba. PPGEQ – Engenharia Química. Uberaba (MG). 2021. 122 p.
- [11]. Chaabane, A. Nitrogen transfert in peatammoniacsoilplant system. Thesis (PhD) - Université Laval, Quebec. 1994.
- [12]. Cantarella, H.; Rajj, B. Van. Adubação nitrogenada. Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE ADUBAÇÃO NITROGENADA NO BRASIL, 1985. Anais...Ilhéus: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 47-79.
- [13]. Duarte, I. N.; Sousa, R. T. X., Alane, F. F., Korndorfer, G., Henrique, H. M. Produtividade da soja cultivada com fertilizante organomineral. In: 65 CBCS 2013. Ciência do Solo: Para que e para quem. Programa & Resumos. Florianópolis, 2013. Anais... Epagri e SBCS, ISBN: 978-85-85014-71-1, Florianópolis, 2013.
- [14]. Wiethölter, S., Siqueira, J. F., Peruzzo, G., Bem, J. R. Efeito de fertilizantes minerais e organominerais nos rendimentos de culturas e em fatores de fertilidade do solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.29, n.5, p.713-724, 1994.
- [15]. Fernandes, A. L. T.; Testezlaf, R. Fertilização na cultura do melão em ambiente protegido, utilizando-se fertilizantes organominerais e químicos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.6, n.1, p.45-50, 2002.
- [16]. Fernandes, A. L. T., Santinato, R., Drumond, L. C. D., Oliveira, C. B. Avaliação do uso de fertilizantes organominerais e químicos na fertirrigação do café irrigado por gotejamento. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.11, n.2, p.159-166, 2007.
- [17]. Sousa, R.T.X. et. al. Efeito de fertilizante organomineral sobre a produtividade de híbridos de milho. In: Congresso brasileiro de ciências do solo, 2011. Anais. Uberlândia: SBCS, 2011.
- [18]. Teixeira, W. G. et al. Produção de matéria seca, teor e acúmulo de nutrientes em plantas de milho submetidas à adubação mineral e organomineral. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 33, 2011, Uberlândia. Anais. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011.
- [19]. Moreschi, et. al. Avaliação de doses e fontes de adubação de semeadura na cultura do feijoeiro. In: CBCS 2013. Ciência do Solo: Para que e para quem. Programa & Resumos. Florianópolis, 2013. Anais... Epagri e SBCS, ISBN: 978-85-85014-71-1, Florianópolis, 2013.
- [20]. Burt, C. M.; O’Conor, K.; Ruehr, T. Fertigation. San Luis Obispo: Irrigation Training and Research Center-California Polytechnic State University, 1995. 295 p.
- [21]. LANDIS, T. D. Mineral nutrients and fertirrigation. In: Landis, T. D.; Tinus, R. W.; McDonald, S. E.; Barnettm, J. P. The container tree nursery manual. Washington, DC.: Department of Agriculture, Forest Service, 1989. p. 1-67.
- [22]. Montag, U. J. Fertigation in Israel. In: Agricultural Conference on Managing Plant Nutrition, 1999. Barcelona. Proceedings. Barcelona: IFA, 1999. 24 p.
- [23]. Peters M. S. Timmerhaus K. D. Plant design and economics for chemical engineers. International Edition 1991. 910 p.
- [24]. Brunelli, A. M. M. P.; Pisani Jr., R. Proposta de disposição de resíduo gerado a partir da queima do bagaço de cana em caldeiras como fonte de nutriente e corretivo do solo. In: Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y ambiental, 30., 2006, Punta del Leste. Anais. Punta del Leste: Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y ambiental, 2006. v. 1, p. 1-8.