

INOVANDO NA FORMULAÇÃO DE UM FERTILIZANTE ORGANOMINERAL DE SUBPRODUTOS DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

S. M .T CÂNFORA¹, J. R. D. FINZER², A.D. LIMA³, A.L T FERNANDES⁴

^{1,2,3,4} Universidade de Uberaba, Departamento de Engenharia Química

RESUMO – Uma das maiores apostas para o futuro do setor agrícola, será o direcionamento de pesquisas relacionadas ao processo de investimento em tecnologias para a produção de fertilizantes organominerais, bem como a formulação, com matérias primas, de fontes alternativas, baseado no princípio de produtividade, e na capacidade de reduzir riscos ambientais, custos, e minimizar dependência comercial dos fertilizantes minerais, principalmente quando estes são importados. Um dos aspectos analisadas neste estudo é no uso de fertilizantes organominerais, de forma eficiente, e o baixo custos de produção. Outra abordagem, tratada, foi a questão da importância dos macronutrientes, para reestruturação do solo, com a reposição de matéria orgânica, a devolução de alguns minerais, como o potássio, que retorna à sua fonte de origem. Com o objetivo de buscar inovação na formulação de um novo fertilizante organomineral, de baixo custo, e eficiência agrônômica, foram estudadas três fontes, tratadas como matéria-prima, oriundo de processos industriais, classificados como (resíduos) que são: basalto (filler de pó de rocha), cinza do bagaço da cana-de-açúcar, raspa de ureia (varredura), que combinados, oferecerem nutrientes suficientes para atender à demanda de algumas culturas de caráter comercial mais abrangente. Através da análise de fontes bibliográficas de autores citados, percebeu-se a oportunidade existente no mercado de fertilizantes, devido à crescente demanda de áreas plantadas no ano de 2018, assim este estudo englobou, conhecer a necessidade de nutrientes de algumas culturas, para entender se a mistura planejada, atenderia a demanda necessária.

Palavras-chave: Fertilizante organomineral. Inovação. Resíduos. Produtividade. Baixo Custo.

ABSTRACT – One of the biggest bets for the future in the agricultural production sector will be research related to the investment process in technologies for the production of organomineral fertilizers, as well as the formulation, with raw materials, of alternative sources, based on the principle of productivity, and in the ability to reduce environmental risks, costs, and also minimize commercial dependence on fertilizers minerals, especially when they are imported. One of the advantages analyzed in this study is the use of organomineral fertilizers,

efficiently, and the low production costs. Another approach, dealt with, was the question of the importance of macronutrients, for soil restructuring, with the replacement of organic matter, the return of some minerals, such as potassium, which returns to its source of origin. In order to seek innovation in the formulation of a new organomineral fertilizer, of low cost, and agronomic efficiency, sources three were studied, treated as raw material, coming from industrial processes, classified as (waste) which are: Basalt (filler of Rock Powder), Sugarcane Bagasse Ash, Urea Rasp (Sweep), which combined, offer nutrients sufficient to meet the demand of some more comprehensive commercial cultures. Through the analysis of bibliographic sources by cited authors, it was realized the opportunity existing in the fertilizer market, due to the growing demand for planted in 2018, so this study encompassed, to know the nutrient need of some cultures, to understand if the planned mix, would meet the required demand.

Keywords: Organomineral fertilizer. Innovation. Waste. Productivity. Low Cost.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a produção agrícola brasileira bateu recorde de maior colheita da história, no ano de 2018, o clima favorável, o crescimento da área plantada e o aumento da produtividade é um componente decisivo para explicar o bom desempenho nos cinco grãos mais cultivados no Brasil, arroz, feijão, milho, soja e trigo, com uma área total plantada de 59 milhões de hectares espalhados pelo País, CEPEA, (2019),

Estudos realizados pela Embrapa, (2019), sobre produtividade no mercado Brasileiro prevê um crescimento para os próximos anos, de aproximadamente 56.800 mil toneladas, em relação ao ano de 2016 para a safra 2026.

1.1. FORMULAÇÃO DE UM FERTILIZANTE ORGANOMINERAL

Normalmente no fluxo operacional de processo industrial, há produção de resíduos ou subprodutos, que acabam tornando um problema para a indústria, que não conseguem reprocessar estes adequadamente, situação que contribui para a poluição ambiental. Quando estes resíduos passam por estudos, é verificado um alto potencial a ser explorado em que incluem desenvolvimento de novos produtos.

De acordo com Kiehl, (1999), os fertilizantes organominerais contêm matérias-primas minerais e orgânicas, que combinam exatamente no ponto de ação, 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 et.al, (2008), os fertilizantes orgânicos possuem diversos pontos positivos, sendo um deles, o de maior importância, é o da sustentabilidade em relação aos minerais, o que gera viabilidade em todo o processo. Alguns fertilizantes minerais possuem uma liberação lenta de seus elementos nutricionais, e contribuem de forma importante para evitar os riscos de uma overdose de fertilizante orgânica, e contaminação das águas subterrâneas.

O objetivo deste estudo foi buscar inovação na formulação de um novo fertilizante organomineral, de baixo custo, e eficiência agrônômica, estudadas três fontes, tratadas como matéria-prima, oriundo de processos industriais, classificados como (resíduos) que são: basalto (filler de pó de rocha), cinza do bagaço da cana-de-açúcar, raspa de ureia (varredura), que combinados, oferecerem nutrientes suficientes para atender à demanda de algumas culturas de caráter comercial mais abrangente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 BASALTO (FILLER DE PÓ DE ROCHA) – FONTE DE MINERAIS:

Para este estudo, foi selecionado a utilização de basalto, propriamente trabalhado com a granulometria de um (filler do pó de rocha), que já é explorado no mercado com potencialidades para uso na fertilização de algumas culturas.

Carvalho, (2013), assegura que atualmente 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.

De acordo Nunes (2014), 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.

Para Escosteguy (1998), o uso de fertilizante à base de pó rocha reequilibra e regenera os solos esgotado, aumenta a defesa e a qualidade da colheita, melhora o composto, combate

praga, favorece a remineralização e o melhora a disposição de minerais.

Segundo Shiki et. al., (1997); e Martins et. al., (2010), o basalto facilita a absorção pelas plantas dos elementos nutricionais, devida a trocas iônicas, combinado com partículas nutricionais para alimentar as raízes, e este fenômeno impede o empobrecimento do solo em relação às chuvas, tomando elementos nutritivos em profundidade, em áreas inacessíveis ao sistema radicular.

Para uso na fertilização, Melamed et. al. (2007), destaca que os benefícios advindos da utilização do basalto (pó de rocha), são inúmeros conforme pesquisa realizadas.

Na análise do basalto, subproduto utilizado no experimento, que foi retirado em uma usina de asfalto na região de UBERABA – MG, e para a identificação do material foi realizada análises laboratoriais, por difração de raios – x, sendo o resultado mostrado na Tabela 1, com partículas entre 100 e 400 malhas.

Tabela 1: Avaliação química do Filler de Basalto.

ANÁLISE QUÍMICA DA AMOSTRA DE BASALTO - LABORATORIAL	
Óxidos Analisados (%) em massa	BASE ÚMIDA
	<i>Filler #400 Tyler Mesh</i>
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.

Fonte: CRTI – Centro Residual De Desenvolvimento Tecnológico Belo Horizonte MG - (2018).

2.2. 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, potencialmente viável, por além de sustentar a etapa de produção de açúcar e álcool, gera recursos financeiros para a organização. Resultado da análise granulométrica na Tabela 2.

Tabela 2: Resultado da análise granulométrica.

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

Fonte: O autor, adaptado do relatório de análise do Laboratório de uma Usina da região (2019).

No processo produtivo da usina pesquisada, 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.

Conforme Chaabane, (1994), este resíduo proporciona ganhos variáveis na produção de insumos como os fertilizantes, e a análise conforme a Tabela 3.

2.3. VARREDURA/RASPA DE UREIA (U):

Segundo Cantarella; Raij, (1986), para a demanda de um fertilizante básico como o cloreto de potássio, a ureia, fosfato reativo e sulfato de amônia, e em média as importações, chegam na seguinte proporção: K (92%), N (75%), P (48%) e S (82%).

Tabela 3: Componentes químicos da cinza.

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

Fonte: O autor, adaptação de acordo com ensaios realizados, pelo laboratório do “Futuro” de análises químicas, de uma usina da região de Uberaba, (2019).

O uso da Ureia, na composição de um fertilizante organomineral de acordo com a apreciação realizada em campo, com profissionais do setor de fertiizantes, 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 possui integralmente a mesma concentração de nitrogênio (46%), e morfologicamente ela 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,

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Existem pesquisas que são realizadas para avaliar os efeitos agrônômicos dos fertilizantes organominerais em diversas culturas, como soja, trigo e aveia: DUARTE et. al., (2013), WIETHÖLTER et. al., (1994); melão: FERNANDES et. al., (2002); café: FERNANDES et. al., (2007); milho: SOUSA et. al., (2011), TEIXEIRA et. al., (2011), cana-de-açúcar:, feijão: MORESCHI et. al., (2013), e entretando não foi encontrado 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 para os materiais orgânicos, promovendo de forma eficiente o desenvolvimento da cultura, SOUSA et. al., (2007). 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 TEIXEIRA et. al., (2011).

De acordo com estudos existentes no mercado por diversos autores, os fertilizantes que contém macronutrientes, disponibilizam concentrações mais abundantes para as culturas, dessa forma foi estabelecido, as seguintes necessidades de N.P.K, por cultura para produzir (01) uma tonelada, conforme Tabela 4, o que pode ser usado para formulações.

TABELA 4: Necessidade de Nutrientes por tipo de cultura

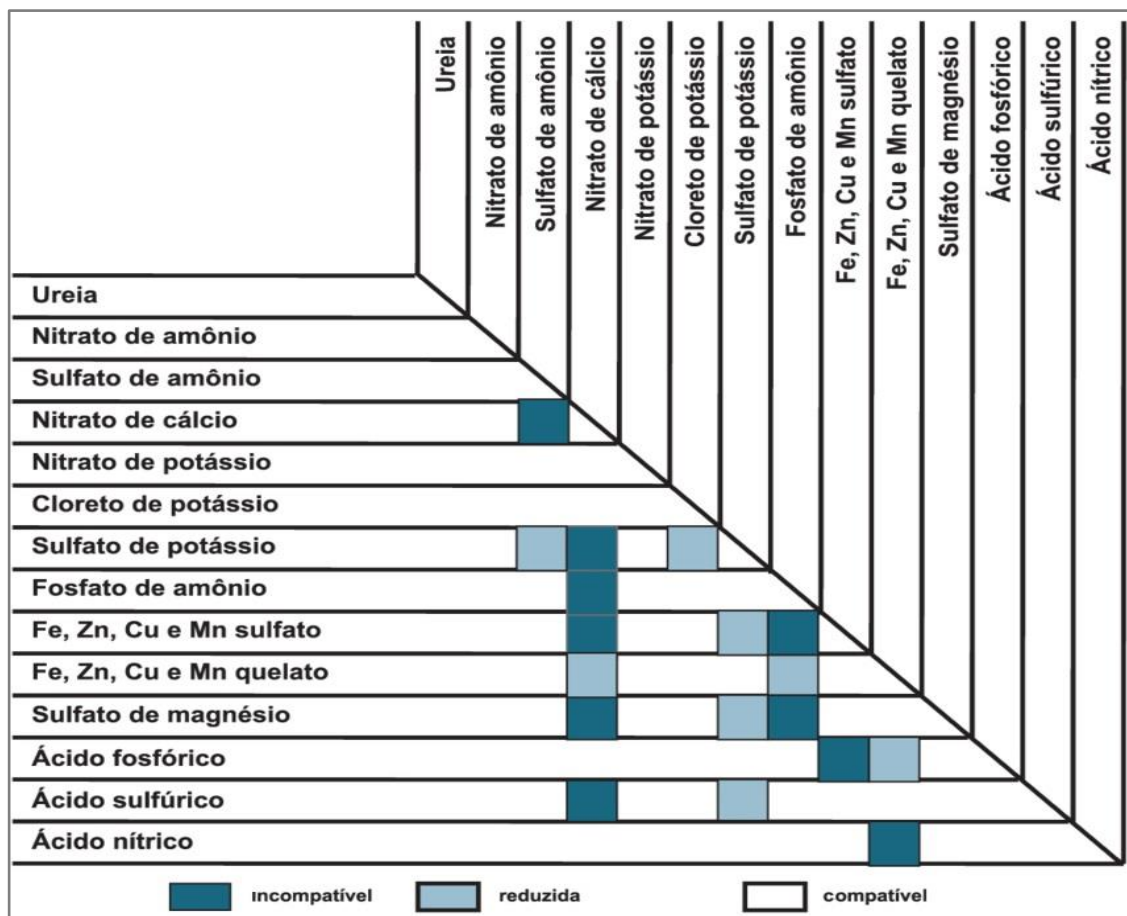
EXIGÊNCIAS EM N.P.K DAS PRINCIPAIS CULTURAS PARA PRODUZIR UMA TONELADA			
CULTURA	UREIA N (kg/ha)	FÓSFORO (kg/ha)	POTÁSSIO (kg/ha)
Arroz	54	10	14
Milho	105	21	52
Feijão ¹	65	21	120
Soja ¹	44	17	42
Batata	13	3	13
Cana-de-Açúcar	3	0,5	1,4
Mandioca	13	1,4	5
Algodão	130	8	23
Coco	200	41	130
Dendê	7	1	21
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

Fonte: Boletim de Informações Técnicas/Embrapa/IAC e Petrobrás, adaptado pelo autor (2019).

De acordo com a Tabela 08, o organomineral estudado neste trabalho, consegue fornecer os nutrientes necessários para atender e a demanda mercadológica para as culturas especificadas. Os testes de misturas realizadas neste estudo, foi elaborada de acordo com as informações obtidas na literatura

A Figura 1, apresenta diretrizes de associações de macronutrientes que podem ser combinados na relação química, sem prejuízo à mistura, evitando desperdício de matéria prima, e 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 o uso de recursos desnecessários, que proporcionariam prejuízos não só financeiros, mas também, nutricional para o plantio instalado na propriedade.

Figura 1: Combinações de macronutrientes de acordo com a matéria-prima:



Fonte: Adaptado de Burt et. al.. (1995), Landis et. al.. (1989) e Montag (1999).

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, será na forma de farelado (pó), com partículas menores (maior superfície específica), para que não gere implicações diretas, no que tange a eficiência de absorção pelas plantas, ou morosidade na disponibilidade no solo, sendo necessário realizar os testes de aplicação, e verificação dos elementos disponíveis.

4. CONCLUSÃO

De acordo com os estudos realizados, os resultados obtidos neste trabalho, está diretamente voltado para a análise e composição das matérias-primas apresentadas para a composição do organomineral, sendo fontes, estruturadas em 100% baseadas em resíduos de processos industriais, como o filler de basalto da indústria de asfalto, a varredura (raspa) de ureia, oriundo do processo de estocagem e transporte do produto principal, e a cinza, do processo de queima do bagaço de cana das usinas de açúcar e álcool e ambas com a sua potencialidade energética para oferece ao mercado uma relação de eficiência para o industrialização de fertilizantes organominerais.

Ressalta-se que as matérias primas utilizadas na formulação deste estudo, representa a condução da partícula de fertilizante que será levado ao solo, e que atende aos três pilares, de macronutrientes, que é a oferta de nitrogênio, potássio e fósforo, sem ressaltar os demais elementos disponíveis como a sílica por exemplo, que viabilizou-se como um aspecto relevante, pelos efeitos positivos no aumento da resistência das plantas contra pragas e doenças, como fonte de macro e micronutrientes, potencialmente capazes de atenuar a acidez do solo.

Uma tonelada de cinza, tem o efeito equivalente a 0,5 toneladas de calcário e a cinza do bagaço poderá sofrer pequenas variações em suas propriedades, de acordo com a variedade da cana-de-açúcar, do clima, da temperatura, e principalmente dos fertilizantes utilizados, segundo BRUNELLI & PISANI JR. (2006)

Já para as propriedades do Filler do pó de rocha (Basalto), apresentou-se uma com uma imensa capacidade de fornecer macro e micronutrientes ao solo, de liberação lenta, podendo ser uma fonte alternativa à fertilização química.

Na utilização da varredura (raspa) de ureia, é disponível na formulação do B.C.U, o potencial nitrogenado incorporado, na propriedade química da matéria, que vem com 46%, sendo um importante nutriente para quaisquer culturas, e ocupa uma posição importante no mercado. O fator de importância para a mistura está direcionado para alta concentração de nitrogênio, por contribuir com a aplicação, pela baixa concentração, podendo ser facilmente misturada, alta solubilidade, o que facilita sua rápida incorporação ao solo através de águas, seja por chuva ou irrigação, além de permitir sua aplicação, e o preço da raspa da ureia.

Outro pilar de desenvolvimento deste trabalho, é a base da inovação, que foi relacionada com a exploração de fontes sustentáveis de matérias primas, que possibilitaram a criação de um produto que permitiu reutilizar resíduos que sofreriam descartes, e com os resultados apresentados, tornou-se possível contribuir com a sustentabilidade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

5. REFERÊNCIAS

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.

BURT, C. M.; O'CONNOR, K.; RUEHR, T. **Fertigation**. San Luis Obispo: Irrigation Training and Research Center-California Polytechnic State University, 1995. 295 p.

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.

CANTARELLA, H.; Raij, B. Van. **Adubação nitrogenada**. Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE ADUBAÇÃO NITROGENADA NO BRASIL, 1985. **Anais...Ilhéus**: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1986. p. 47-79.

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.

CHAABANE, A. **Nitrogen transfert in peatammoniacsoilplant system [Transfert de l'azotedanslesystemetourbeammoniacsolplante]**. 1994. Thesis (PhD) - Université Laval, Quebec. 1994.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada Economia, Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br>. Acesso em: 20 dez. 2021.

DUARTE., et. al. **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.

ESCOSTEGUY, P. A.V.; Klamt, E. Basalto moído como fonte de nutriente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.22, p.11-20, 1998.

FERNANDES, A. L. T. et. al. **Avaliação do uso de fertilizantes organominerais e químicos na fertirrigação do cafeeiro irrigado por gotejamento**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.11, n.2, p.159-166, 2007.

FERNANDES, A. L. T.; TESTEZLAF, R. **Fertirrigação 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.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Organominerais**. Piracicaba: Editora Degaspari, 1999. 146 p.

LANDIS, T. D. Mineral **nutrients and fertirrigation**. In: LANDIS, T. D.; TINUS, R. W.; McDONALD, S. E.; BARNETT, J. P. The container tree nursery manual. Washington, DC.: Department of Agriculture, Forest Service, 1989. p. 1-67.

MARTINS, Eliseu; Rocha, Welington. **Métodos de custeio comparados**; Os custos e margens analisados sob diferentes perspectivas. São Paulo: Atlas, 2010.

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). Disponível em: <https://www.cetem.gov.br/serie_sed.html>. Acesso em: 28 ago. 2019.

MONTAG, U. J. Fertigation in Israel. In: **Agricultural Conference On Managing Plant Nutrition**, 1999. Barcelona. Proceedings... Barcelona: IFA, 1999. 24 p.

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.

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.

OGASAWARA, E. S. et al. A indústria brasileira de fertilizantes (cadeia NPK, enxofre, rocha fosfática e potássio) – projeções de 2010 a 2030. In: FERNANDES, F. R. C.; LUZ, A. B.; CASTILHOS, Z. C. **Agrominerais para o Brasil.** Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010.

SHIKI, S.; Silva, J.G.; Ortega, A.C. **Agricultura, meio ambiente e sustentabilidade do Cerrado Brasileiro.** Uberlândia Gráfica da UFU: Universidade Federal de Uberlândia, 372 p., 1997.

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.

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.

WIETHÖLTER, S.; et. al. **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.