

## Emprego do pó de rocha MR-4 sobre a cultura da cenoura (*Daucus carota* L.)

Rener Henrique Alves<sup>1</sup>; Walter Augusto Fonseca de Carvalho<sup>2</sup>; Liliane Menezes Fernandes<sup>3</sup>; Wander Murilo Alves Pereira<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Agronômica, UNASP (Centro Universitário Adventista de São Paulo), Artur Nogueira, São Paulo, Brasil. E-mail: reneralveshenrique@gmail.com;

<sup>2</sup>Professor Doutor, UNASP (Centro Universitário Adventista de São Paulo), Engenheiro Coelho, São Paulo, Brasil. E-mail: walter.carvalho@unasp.edu.br;

<sup>3</sup>Professor (a) Doutor (a), UNASP (Centro Universitário Adventista de São Paulo), Engenheiro Coelho, São Paulo, Brasil. E-mail: liliane.fernandes@unasp.edu.br;

<sup>4</sup>Professor Mestre, UNASP (Centro Universitário Adventista de São Paulo), Engenheiro Coelho, São Paulo, Brasil. E-mail: wandermurilo@hotmail.com;

**Resumo:** O objetivo do trabalho se baseia na realização de análises de desenvolvimento, produtividade e características comerciais da cultura da cenoura (*Daucus carota* L.) variedade Nantes, sob a aplicação de diferentes dosagens do pó de rocha MR-4, e sob a aplicação do adubo mineral NPK 04-14-08, em consonância com o esterco bovino. O experimento foi conduzido no Campo do Conhecimento, localizado no campus do UNASP-EC, localizado na cidade de Engenheiro Coelho-SP, Brasil. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com onze tratamentos, sendo, um sem adubação, oito com adubação com pó de rocha nas dosagens de 150g/m<sup>2</sup>, 300g/m<sup>2</sup>, 450g/m<sup>2</sup> e 600g/m<sup>2</sup> de forma isolada e em consonância com esterco bovino, e dois tratamentos utilizando 300g/m<sup>2</sup> de adubo mineral, de forma isolada e em consonância com esterco bovino; com quatro repetições, ocorrendo todas as adubações no período pré-plantio. No trabalho foi avaliado o desenvolvimento da planta, com base na altura média da mesma; a produtividade, com base no peso de raízes comerciais, e no peso total das raízes; e características comerciais, com base no comprimento e diâmetro médio das raízes. Constatou-se um melhor desempenho nos tratamentos em que foram realizados a adubação utilizando-se do adubo mineral NPK 04-14-08, tanto de forma isolada, quando em consonância com o esterco bovino em todas as avaliações; e concluiu-se que a adubação realizada por meio do processo de rochagem, não teve desempenho satisfatório em um comparativo feito com a adubação realizada com o uso do adubo mineral.

**Palavras-chave:** Cenoura; Adubação; Produtividade; Rochagem.

## Use of rock powder MR-4 on the culture of carrots (*Daucus carota* L.)

**Abstract:** The objective of the work is based on carrying out analysis of development, productivity and commercial characteristics of the carrot (*Daucus carota* L.) variety Nantes, under the application of different dosages of rock powder MR-4, and under the application of fertilizer mineral NPK 04-14-08, in line with bovine manure. The experiment was conducted at Campo do Conhecimento, located on the UNASP campus, located in the city of Engenheiro Coelho-SP, Brazil. The design used was completely randomized, with eleven treatments, one without fertilization, eight with fertilization with rock powder in the dosages of 150g / m<sup>2</sup>, 300g / m<sup>2</sup>, 450g / m<sup>2</sup> and 600g / m<sup>2</sup> in isolation and in accordance with manure bovine, and two treatments using 300g / m<sup>2</sup> of mineral fertilizer, in isolation and in line with bovine manure; with four replications, with all fertilizations occurring in the pre-planting period. In the work, the development of the plant was evaluated, based on its average height; productivity, based on the weight of commercial roots, and the total weight of roots; and commercial characteristics, based on the average length and diameter of the roots. A better performance was found in the treatments in which the fertilization was carried out using the mineral fertilizer NPK 04-14-08, both in isolation, and in line with bovine manure in all evaluations; and it was concluded that the fertilization carried out through the rocking process, did not have satisfactory performance in a comparison made with the fertilization carried out with the use of mineral fertilizer.

**Keywords:** Carrot; Fertilizing; Productivity; Rockiness.

## Introdução

A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma hortaliça da família Apiaceae, considerada de grande importância econômica, sendo cultivada em quase todo o território brasileiro. A cenoura é uma hortaliça com grande exigência de nutrientes, sendo os de maior importância, o Fosforo e o Potássio (FILGUEIRA, 2003). Um solo que apresenta teores de Macro e Micronutrientes adequados, garantem um desenvolvimento positivo da planta, tanto em relação a qualidade do produto, quanto em quantidade produzida (EMATER-DF/EMBRAPA, 2011).

O território brasileiro de forma geral é caracterizado por alguns fatores que influenciam na obtenção de uma alta produtividade, e de um produto de qualidade. Um dos principais fatores que influenciam nesse aspecto, é a questão do solo presente em nosso território. Os solos brasileiros são caracterizados por serem solos tipicamente ácidos, e muito pobres em nutrientes, influenciando no resultado do produto (ESWARAM et al., 1997).

Segundo Rosolem (1990), cerca de 85% dos solos presentes na América do Sul se caracterizam por serem solos tipicamente ácidos, com grande parte deste montante, dentro do território brasileiro. Outro dado importante mostra que cerca de 63% dos solos presentes na região sudeste do Brasil, são constatados como solos ácidos. Para Assis (2013), este empobrecimento químico, e elevada acidez do solo ocorre devido aos próprios processos de formação do solo, acarretando um grande prejuízo na implementação das culturas.

Devido a estes aspectos, surge a necessidade de realizar a incorporação de fertilizantes com a finalidade de corrigir a necessidade nutricional do solo para que haja, um bom desenvolvimento das culturas. (ASSIS et al., 2013).

A partir disso, há uma busca e utilização considerável por fertilizantes minerais, que muitas vezes além de darem uma resposta a planta em um tempo mais reduzido do que outras formas de adubação, conseguem suprir a necessidade nutricional da planta de forma mais localizada (MARTINS et al; 2008). Mas isto está mudando, pois, a perspectiva de pensamento dos produtores está levando os mesmos a optarem por alternativas que levem a uma produção viável e menos poluente. (BRITO et al; 2019)

Devido a esta perspectiva, os desenvolvimentos de estudos para este contexto estão cada vez mais em pauta. Sendo estes pontos de pesquisa baseados na viabilidade da utilização de resíduos na agricultura, podendo ser estes orgânicos, industriais e provenientes do solo. Dentre as que mais destaca, está presente a utilização da rochagem, que se baseia na utilização do pó de rocha com a finalidade de fornecer nutrientes para as plantas, com base em alguns

fatores como a exigência nutricional da planta, condições climáticas e ambientais e características do solo. (MELAMED et al., 2007)

A realização da rochagem busca além de beneficiar na melhoria dos parâmetros de fertilidade do solo, conseguir ser benéfica na resolução de duas problemáticas, sendo estas a utilização dos rejeitos de minérios, evitando seu descarte, e também evitar a utilização de fertilizantes sintéticos que encarecem os custos de produção, e se utilizados em excesso podem ser prejudiciais ao meio ambiente. (MELAMED et al., 2007)

Dentre os pós de rocha mais empregados na agricultura, destaca o pó de rocha MB-4, além deste, outro pó de rocha que está adentrando o mercado, é o pó de rocha MR-4, desenvolvido pela “Calcário Cruzeiro”, situado na cidade de Limeira/-SP.

Este pó de rocha MR-4 possui diversos benefícios para o solo e a planta, como, a reposição de nutrientes para solos empobrecidos, a reestruturação do solo, o aumento do poder germinativo das sementes, o desenvolvimento das raízes e partes aéreas das plantas, dentre outros. (BISÃO, 2019). O MR-4, também caracteriza e diferencia das outras por ser constituída por um conjunto de rochas distintas, formado a partir de um evento geológico ocorrente em poucos lugares do mundo, sendo uma destas na área pertencente a mineradora “Calcário Cruzeiro” (BISÃO, 2019).

Neste contexto, este trabalho terá como objetivo analisar a adubação na cultura da cenoura, utilizando diferentes teores do Pó de rocha MR-4, de forma isolada, e em conjunto com o esterco bovino, que será utilizado como complemento nutricional. E será feito um comparativo da adubação por rochagem com o pó de rocha MR-4, em relação a adubação convencional, com uso do adubo mineral.

## Material e Métodos

### *Localização e caracterização da área de implantação*

O experimento foi conduzido no “Campo do Conhecimento”, que é uma área localizada dentro do Centro Universitário Adventista de São Paulo, Campus - Engenheiro Coelho, no estado de São Paulo, situada nas coordenadas 22°29'44.4"S 47°10'02.5"W.

O solo da área se caracteriza como um Latossolo Vermelho. A área total é de aproximadamente 35000 m<sup>2</sup>, e mesma conta com a presença de diversas culturas que são utilizadas pelos alunos da faculdade para fins de estudo, e locais para implantação de projetos acadêmicos.

### *Caracterização do projeto de implantação*

Neste trabalho foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC). O mesmo foi constituído de onze tratamentos, com quatro repetições em cada um destes, totalizando a quantidade de 44 canteiros para o plantio.

Cada canteiro contou com o tamanho de 2m<sup>2</sup> (2m x 1m), totalizando uma metragem de 22m<sup>2</sup> para cada repetição e de 88m<sup>2</sup> para todo o experimento. A variedade de cenoura escolhida foi a variedade Nantes, pelos motivos apresentados na revisão de literatura acima. A área experimental contou também com canteiros de bordadura, sendo estes situados nas laterais externas das parcelas e nas extremidades dos canteiros utilizados para o experimento.

O experimento teve como finalidade, as análises de desenvolvimento, produtividade, e características comerciais da cultura da cenoura, do cultivar Nantes, baseada nas formas de adubação que serão realizadas.

Os tratamentos se diferenciaram no tipo de adubação de plantio que foi realizado em cada tratamento. A única semelhança ocorreu na adubação de cobertura, que foi realizado com a utilização do Sulfato de Amônio aos 50 dias após a semeadura, em todos os tratamentos. Cada um dos tratamentos fora realizado das seguintes formas:

1º Tratamento (A): No primeiro tratamento não foi utilizado nenhuma forma de adubação de plantio. Sendo realizado apenas a adubação de cobertura com Sulfato de amônio previsto para todos os tratamentos.

2º Tratamento (B): No segundo tratamento foi utilizado a dosagem de 150g/m<sup>2</sup> do pó de rocha MR-4 no canteiro, além da adubação de cobertura prevista.

3º Tratamento (C): No terceiro tratamento foi utilizado a dosagem de 150g/m<sup>2</sup> do pó de rocha MR-4, mais uma adubação complementar com esterco bovino, na quantia de 3kg/m<sup>2</sup> no canteiro, além da adubação de cobertura prevista.

4º Tratamento (D): No quarto tratamento foi utilizado a dosagem de 300g/m<sup>2</sup> do pó de rocha MR-4 no canteiro, além da adubação de cobertura prevista.

5º Tratamento (E): No quinto tratamento foi utilizado a dosagem de 300g/m<sup>2</sup> do pó de rocha MR-4, mais uma adubação complementar com esterco bovino, na quantia de 3kg/m<sup>2</sup> no canteiro, além da adubação de cobertura prevista.

6º Tratamento (F): No sexto tratamento foi utilizado a dosagem de 450g/m<sup>2</sup> do pó de rocha MR-4 no canteiro, além da adubação de cobertura prevista.

7º Tratamento (G): No sétimo tratamento foi utilizado a dosagem de 450g/m<sup>2</sup> do pó de rocha MR-4, mais uma adubação complementar com esterco bovino, na quantia de 3kg/m<sup>2</sup> no canteiro, além da adubação de cobertura prevista.

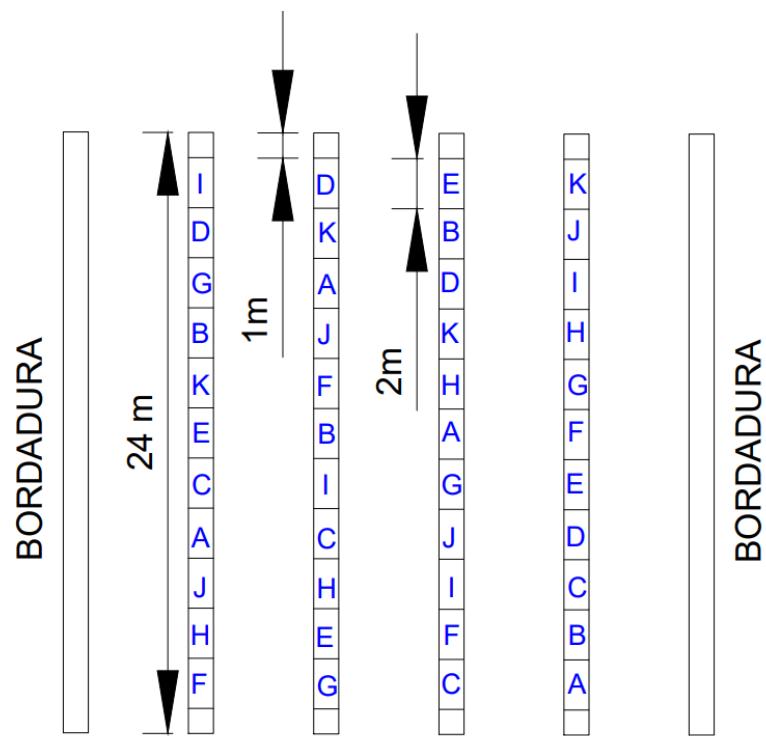
8º Tratamento (H): No oitavo tratamento foi utilizado a dosagem de 600g/m<sup>2</sup> do pó de rocha MR-4 no canteiro, além da adubação de cobertura prevista.

9º Tratamento (I): No nono tratamento foi utilizado a dosagem de 600g/m<sup>2</sup> do pó de rocha MR-4, mais uma adubação complementar com esterco bovino, na quantia de 3kg/m<sup>2</sup> no canteiro, além da adubação de cobertura prevista.

10º Tratamento (J): No décimo tratamento não foi utilizado a adubação com o pó de rocha MR-4. Foi utilizado a adubação química com o uso do adubo NPK na formulação 4-14-8, com a quantia de 300g/m<sup>2</sup> de canteiro, além da adubação de cobertura prevista.

11º Tratamento (K): No décimo primeiro tratamento também foi realizado a adubação por meio do uso do adubo NPK na formulação 4-14-8, com a quantia de 300g/m<sup>2</sup> de canteiro, mais uma adubação complementar com esterco bovino, na quantia de 3kg/m<sup>2</sup> no canteiro, além da adubação de cobertura prevista.

**Figura 1** – Mapa de implantação do projeto.



*Manejo da área, e materiais utilizados para a implantação do projeto*

Para o manejo da área, foram realizados quatro processos iniciais na área de implantação: limpeza da área, aração, gradagem e o levantamento dos canteiros. A realização da calagem na área para a implantação do projeto não foi necessária, pois o processo já tinha sido realizado anteriormente.

Inicialmente ocorreu uma limpeza da área, para a retirada de matérias, e elementos externos que poderiam influenciar no preparo do solo. Após isso, foi realizado os processos de aração, e subsequentemente de gradagem no local de implantação, a fim de deixar o solo propício para a semeadura. Em seguida ocorreu o levantamento dos canteiros com o uso da Enxada rotativa e encanteirador.

**Figura 2** - Realização do encanteiramento no local de implantação do projeto.



**Fonte:** Autor, 2020.

Após o levantamento dos canteiros, ocorreu a divisão dos mesmos, na diferentes repetições e testemunhas. Em seguida, ocorreu a definição de posição de cada um dos tratamentos nas diferentes repetições baseado nos sorteios para esta aleatoriedade.

**Figura 3**– Demarcação dos tratamentos na área de plantio.



**Fonte:** Autor, 2020.

A irrigação nos canteiros ocorreu por meio de microaspersores que se situaram sobre cada uma das repetições. Os microaspersores se localizaram a uma distância de 1 metro entre um e outro, sendo uma distância suficiente para o molhamento adequado de cada um dos canteiros. A presença do sistema de irrigação foi de extrema importância, pois o desenvolvimento da cultura ocorreu em um período de chuvas escassas, e calor intenso na região.

Após o período de 70 dias de desenvolvimento da cultura, os microaspersores tiveram que ser substituídos por aspersores convencionais, devido a estatura da parte vegetativa da cenoura, que estava impossibilitando um molhamento adequado da cultura.

A aplicação do pó de rocha, e do adubo mineral (NPK) em seus respectivos tratamentos, se caracterizou como a parte primordial do projeto. O mesmo foi realizado com extremo cuidado a fim de evitar erros que poderiam influenciar nos resultados futuros.

A aplicação dos insumos (Pó de rocha, Adubo Mineral NPK e esterco bovino) nos canteiros foi realizada de forma manual, seguindo a recomendação de dosagem necessária para cada tratamento.

E a incorporação dos mesmos no solo também ocorreu de forma manual com o auxílio de uma pequena enxada, pois seria inviável realizar a incorporação do esterco com o uso de uma enxada rotativa devido ao tamanho reduzido das parcelas. A incorporação dos canteiros foi também realizada com extremo cuidado, a fim do solo conseguir realizar a absorção dos nutrientes, de forma correta, e adequada para a finalidade de um bom desenvolvimento da cultura.

**Figura 4** - Aplicação do pó de rocha MR-4 na área de plantio.



**Fonte:** Autor, 2020.

**Figura 5** – Incorporação do Pó de rocha MR-4 e do esterco bovino na área de plantio.



**Fonte:** Autor, 2020.

A semeadura foi outro processo que também ocorreu de forma manual. Esta fase requereu um grande cuidado, pois o processo de germinação da cenoura é altamente influenciável pela profundidade de semeadura, por exemplo, caso o semeio fosse muito profundo, as plantas podem não emergir, ao mesmo tempo que se for muito raso, poderia gerar falhas na germinação. A partir disso, houve uma grande atenção para a realização da demarcação das linhas de plantio.

As linhas de plantio foram feitas com o auxílio de uma estrutura de madeira que realizavam a demarcação das linhas de plantio no espaçamento e profundidade correta de semeadura.

O espaçamento utilizado para a semeadura foi de 20cm entre as linhas, e a inserção das sementes ocorreu por toda a linha de plantio, mas com a realização futura do raleio da área, o espaçamento entre as plantas ficou em 4cm. Já a profundidade de semeadura ficou em aproximadamente 1cm de profundidade, se caracterizando com uma profundidade ideal para a emergência das plântulas.

**Figura 6** – Realização do processo de semeadura nas linhas de plantio.



**Fonte:** Autor, 2020.

No decorrer do processo de desenvolvimento ocorreram análises constantes na cultura, para verificação da presença de pragas ou doenças que poderiam acometer a cultura. Em todo o processo de desenvolvimento até a etapa da colheita não foi detectada nenhuma praga ou doença que pudesse influenciar no crescimento e produtividade da cultura, baseado nisso não houve a necessidade de realização de nenhuma forma de controle a campo.

Em todo o processo de desenvolvimento da cultura, o que esteve mais presente na área foi a presença de plantas daninhas, dentre as que mais se destacaram estava a presença do “Capim-marmelada” (*Brachiaria plantaginea*), “Capim-carrapicho” (*Cenchrus echinatus*), “Capim-pé-de galinha” (*Eleusine indica*), “Capim-colchão” (*Digitaria horizontalis*), dentre algumas outras de importância econômica.

O controle inicial delas foi realizado de forma manual, com o arranque das plantas daninhas que estavam mais desenvolvidas. Após 40 dias depois da semeadura, foi realizado o controle químico na área, com o uso do herbicida “Fusilade 250 EW” que se caracteriza como um herbicida sistêmico, que se transloca pela planta, concentrando-se nos pontos de crescimento das plantas e acarretando a sua morte; ele é um herbicida específico para o controle de gramíneas anuais e perenes em algumas culturas, dentre elas a da cenoura.

A aplicação do herbicida foi realizada em toda a área do projeto, inclusive nas entrelinhas. Para a aplicação foi utilizada 15ml do produto, em uma calda de 10L, sendo este volume o recomendado para a cultura, segundo a Bula.

Outro trato feito, foi a realização da adubação de cobertura na cenoura. A adubação de cobertura tem a finalidade de ser uma adubação complementar, que busca fornecer nutrientes principalmente à base de nitrogênio e potássio nos estágios em que a planta mais necessita, uma vez que esses nutrientes facilmente saem do alcance das raízes.

Para a adubação de cobertura foi utilizado o Sulfato de Amônio que se caracteriza como uma importante fonte de nitrogênio (N) e enxofre (S) para a nutrição de diversas culturas, dentre elas a da cenoura. O Sulfato de Amônio apresenta uma composição de 21% de nitrogênio (N) e 23% de enxofre (S).

A dosagem utilizada de sulfato de amônio na área foi de 20g por m<sup>2</sup> de canteiro. Esta dosagem se baseou na literatura segundo o recomendado para a cultura. A aplicação da dosagem foi realizada de forma igualitária em toda a área, independente do tratamento que foi realizado. E a realização do mesmo foi ocorreu duas vezes, aos 30 e 60 dias após a emergência da cenoura.

E dentre todos os tratos culturais realizados na cultura da cenoura, o de maior importância é a realização do raleio; o raleio tem a finalidade de reduzir a densidade populacional das plantas, e evitar a competição por luz, agua e nutrientes, ele é realizado quando o plantio da cenoura ocorre de forma manual, e não mecanizada.

O raleio na área foi realizado com 40 dias após a semeadura, quando a cenoura estava iniciando o processo de desenvolvimento das raízes. O raleio foi realizado a fim de se deixar um espaçamento de 4cm entre cada planta.

**Figura 7** – Realização do processo de raleio na área de plantio.



**Fonte:** Autor, 2020.

O último processo realizado na área foi o da colheita das cenouras. Ela ocorreu com cerca de 105 dias após a semeadura. Antes ao processo o solo foi irrigado, com a finalidade de umedecê-lo, e facilitar o arranque das cenouras. O arranque ocorreu de forma cuidadosa a fim de se evitar a perca, ou a quebra de alguma raiz, e as mesmas foram dispostas no solo de forma a não ocorrer a mistura das raízes de mais tratamentos. Após o arranque das cenouras, a parte aérea foi arrancada da raiz, com a finalidade da mesma não influenciar nas etapas de análise.

**Figura 8** – Realização do processo de colheita na área de plantio.



**Fonte:** Autor, 2020.

## Resultados e Discussão

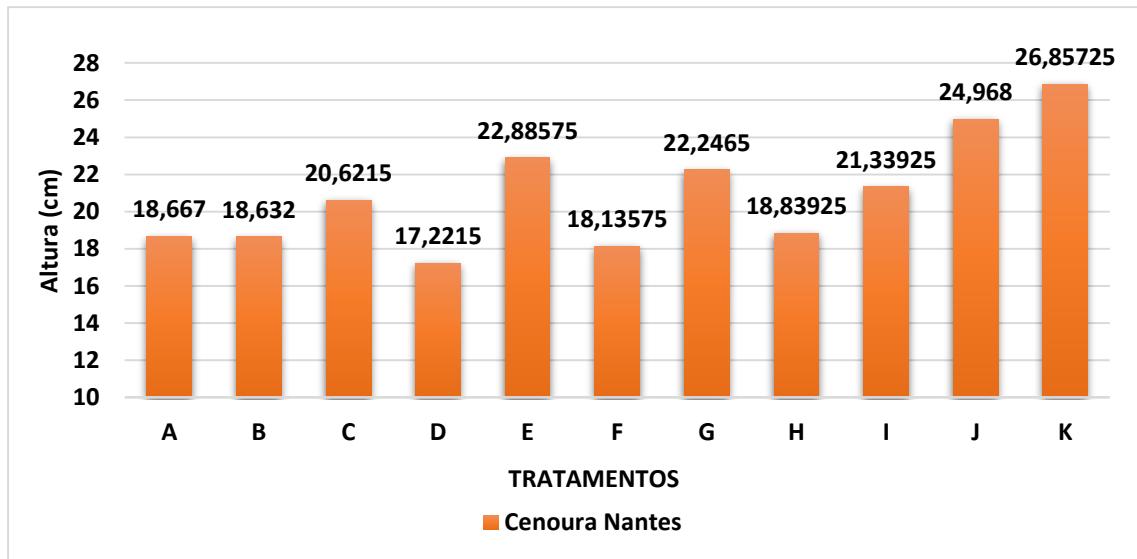
### *Análise de desenvolvimento da cenoura: Altura média da planta.*

A partir da avaliação de desenvolvimento da cultura da cenoura, com a medição da altura média da planta; os tratamentos foram submetidos estatisticamente ao teste de Tukey com nível de significância a 5% (SAS, 1999), sendo possível constatar diferença significativa dos resultados na realização da adubação com o pó de rocha MR-4 em diferentes dosagens, e na adubação realizada com o adubo mineral NPK 04-14-08, sendo os mesmos realizado de forma isolada, e em consonância com o esterco bovino.

Os dados observados mostraram uma variação significativa nos resultados obtidos nos tratamentos em que foram utilizados o adubo mineral NPK 04-14-08, em especial o tratamento “K” (300g/m<sup>2</sup> de NPK 04-14-08 + 3kg/m<sup>2</sup> de esterco bovino) e “J” (300g/m<sup>2</sup> de NPK 04-14-08) em relação aos outros tratamentos que se utilizaram da adubação realizada com o pó de rocha MR-4. O tratamento “K” apresentou altura média da planta de 26,85cm, e o tratamento “J” apresentou altura média da planta de 24,96cm. Segundo Camargo *et al.* (1981) o adubo mineral demonstrou grande eficiência no desenvolvimento da planta, e na elevação da produtividade na cenoura.

Outro dado constatado foi a diferença dos resultados obtidos dos tratamentos em que a adubação foi realizada em consonância com o esterco bovino, em relação aos que foram utilizados somente o pó de rocha, ou adubo mineral de forma isolada, mesmo se utilizando de uma dosagem semelhante. Segundo Silva *et al.* (1989) o fornecimento de esterco bovino promove uma melhoria das condições físicas do solo, tornando o nutriente disponível às plantas.

**Figura 9** – Dados referentes a altura média da cenoura (cm) baseado em cada um dos tratamentos realizados considerando o período de 40 a 100 dias após a semeadura.



**Tabela 1** – Comparação entre as médias dos tratamentos principais, baseado na altura da planta. (Teste de Tukey).

| TRATAMENTO | ALTURA MÉDIA (cm) |      |
|------------|-------------------|------|
| K          | 26,85725          | a    |
| J          | 24,968            | ab   |
| E          | 22,88575          | bc   |
| G          | 22,2465           | bcd  |
| I          | 21,33925          | cde  |
| C          | 20,6215           | cdef |
| H          | 18,83925          | def  |
| A          | 18,6645           | ef   |
| B          | 18,632            | ef   |
| F          | 18,13575          | ef   |
| D          | 17,2215           | f    |

DMS (5%): 3,41175004

#### *Análise das características comerciais*

A avaliação referente as características comerciais da cultura da cenoura se basearam na medição do comprimento e diâmetro das raízes, e os resultados mostraram diferenças significativas em relação as adubações realizadas em cada um dos tratamentos.

Os tratamentos em geral não obtiveram comprimento e diâmetros consideráveis, isto ocorreu devido especialmente a questão da temperatura no período de desenvolvimento. A temperatura é o fator climático mais importante para a produção de raízes de cenoura; Temperaturas de 10 a 15° C favorecem o alongamento das raízes e o desenvolvimento da

coloração característica, ao passo que temperaturas superiores as 21° C estimulam a formação de raízes curtas e de coloração deficiente (VIEIRA et al., 1997).

#### *Comprimento médio das raízes*

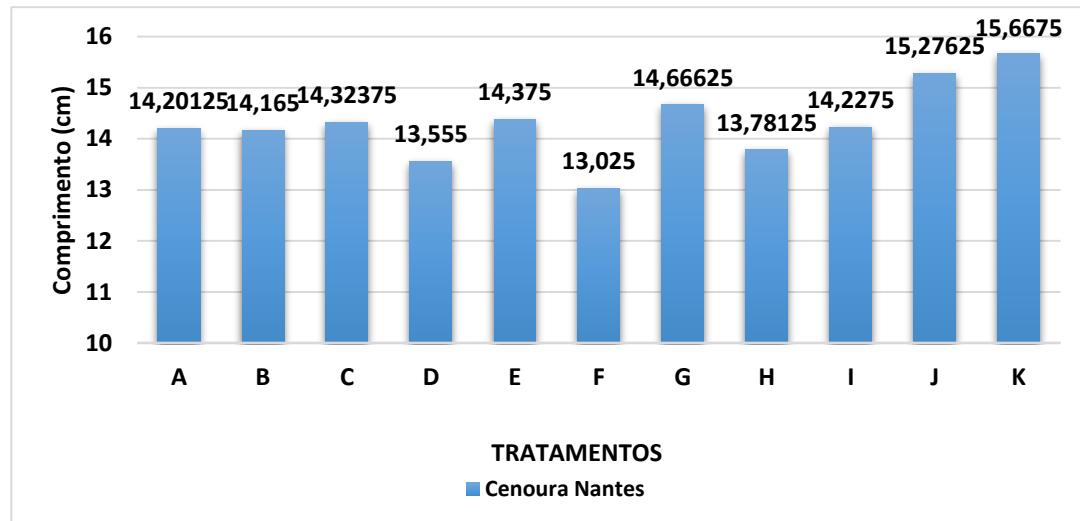
Os resultados referentes ao comprimento das raízes foram submetidos estatisticamente ao Teste de Tukey, com nível de significância a 5%; e mostrou variações significativas entre as diferentes formas de adubação realizadas em cada um dos tratamentos.

Dentre os tratamentos realizados os que se destacaram foram os tratamentos “K” e “J” que se utilizaram do adubo mineral NPK 04-14-08, em consonância com o esterco bovino, e de forma isolada respectivamente; o tratamento “K” apresentou comprimento médio da raiz de 15,66cm, enquanto o tratamento “J” apresentou 15,27cm de comprimento médio. Desta forma, as raízes dos tratamentos em estudo foram classificadas na categoria “C-10” ( $10 > c < 14$ cm) de comprimento, o que atende a preferência do consumidor brasileiro (LANA & VIEIRA, 2000).

Dentre os tratamentos que se utilizaram da adubação com o pó de rocha MR-4 o que se destacou foi o tratamento “G” que se utilizou de 450g/m<sup>2</sup> do pó de rocha MR-4 + 3kg/m<sup>2</sup> de esterco bovino, apresentando um comprimento médio da raiz de 14,66cm. Siqueira *et al.* (2005), avaliando raízes de cultivares de cenoura em sistema de produção orgânica obtiveram raízes médias (13 - 15 cm).

Segundo a CEAGESP (1999) a classificação comercial das cenouras por comprimento é dividida em cinco classes comerciais: C-10 ( $10 > c < 14$ cm); C-14 ( $14 = c < 18$  cm); C-18 ( $18 = c < 22$  cm); C-22 ( $22 = c < 26$  cm) e, C-26 ( $c > 26$  cm). Baseado nos resultados de comprimento médio das raízes obtidos, os tratamentos F, D e H se encaixam na classe “C-10”, já os tratamentos A B, C, E, G, I, J e K se encaixam na classe “C-14”.

**Figura 10** – Comprimento médio das raízes (cm) por tratamento.



**Tabela 2** – Comparação entre as médias dos tratamentos principais, baseado no comprimento da raiz. (Teste de Tukey).

| TRATAMENTO | COMPRIMENTO MÉDIO (cm) |    |
|------------|------------------------|----|
| K          | 15,6675                | a  |
| J          | 15,27625               | a  |
| G          | 14,66625               | ab |
| E          | 14,375                 | ab |
| C          | 14,32375               | ab |
| I          | 14,2275                | ab |
| A          | 14,20125               | ab |
| B          | 14,165                 | ab |
| H          | 13,78125               | ab |
| D          | 13,555                 | ab |
| F          | 13,025                 | b  |

DMS (5%): 2,21

#### Diâmetro médio das raízes

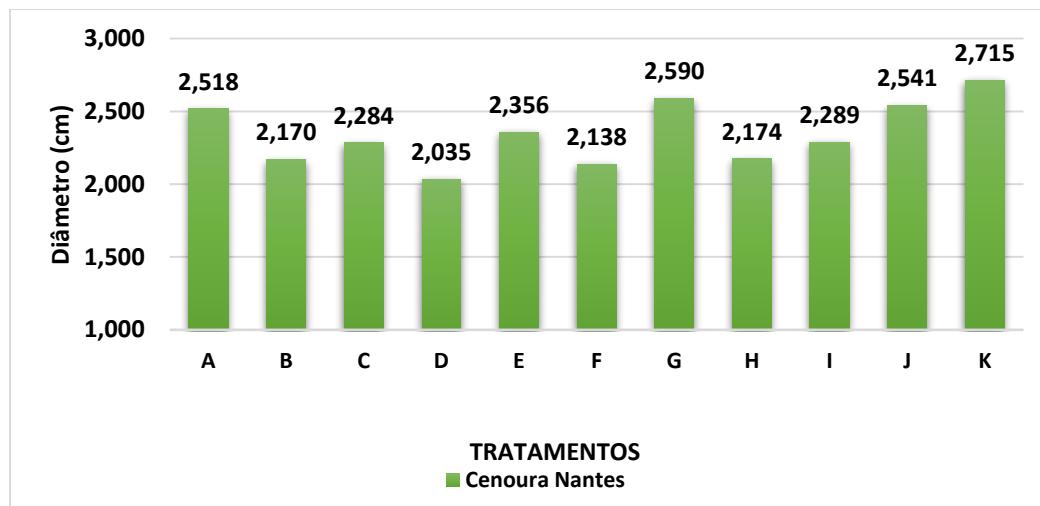
Os resultados referentes ao diâmetro médio das raízes foram submetidos estatisticamente ao teste de Tukey com nível de significância a 5%, e não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Entre a média do tratamento “K” e do tratamento “D”, que obtiveram a maior, e a menor média de diâmetro respectivamente, ouve uma diferença de apenas 0,68cm.

Dentre os tratamentos realizados, de semelhante modo as análises de altura da planta, e de comprimento da raiz, o tratamento que mais se destacou novamente foi o “K”, apresentando um diâmetro médio de 2,71cm; já o segundo maior diâmetro foi referente ao tratamento “G” com 2,59cm de diâmetro. Em um trabalho desenvolvido por Luz *et al.* (2009),

avaliando raízes de cultivares de cenoura de do período de inverno obtiveram raízes com diâmetro (2,5 - 3 cm).

O destaque ficou para o tratamento “A”, em que não houve nenhuma forma de adubação, mas obteve o quarto melhor resultado, alcançando um diâmetro médio de 2,51cm.

**Figura 11** – Diâmetro médio das raízes (cm) por tratamento.



**Tabela 3** – Comparação entre as médias dos tratamentos principais, baseado no diâmetro da raiz. (Teste de Tukey).

| TRATAMENTO | DIÂMETRO MÉDIO (cm) |   |
|------------|---------------------|---|
| K          | 2,715               | a |
| G          | 2,59                | a |
| J          | 2,54125             | a |
| A          | 2,5175              | a |
| E          | 2,35625             | a |
| I          | 2,28875             | a |
| C          | 2,28375             | a |
| H          | 2,17375             | a |
| B          | 2,17                | a |
| F          | 2,1375              | a |
| D          | 2,035               | a |

**DMS (5%): 0,846424**

#### *Análise de produtividade*

A análise de produtividade das raízes foi obtida através da pesagem das raízes comerciais e não comerciais de modo a obter o peso total das raízes.

A separação das raízes comerciais e não comerciais se baseou na classificação de cenouras da (CEAGESP, 1999), que caracteriza uma raiz comercial, como uma raiz que se enquadra pelo menos na classificação “C-10” ( $10 > c < 14\text{cm}$ ) de comprimento, e que não apresenta nenhum defeito grave em suas características, como por exemplo: Podridão mole, Podridão seca, lenhosa, murcha, deformada, rachada, dentre outros defeitos que podem impedir sua comercialização.

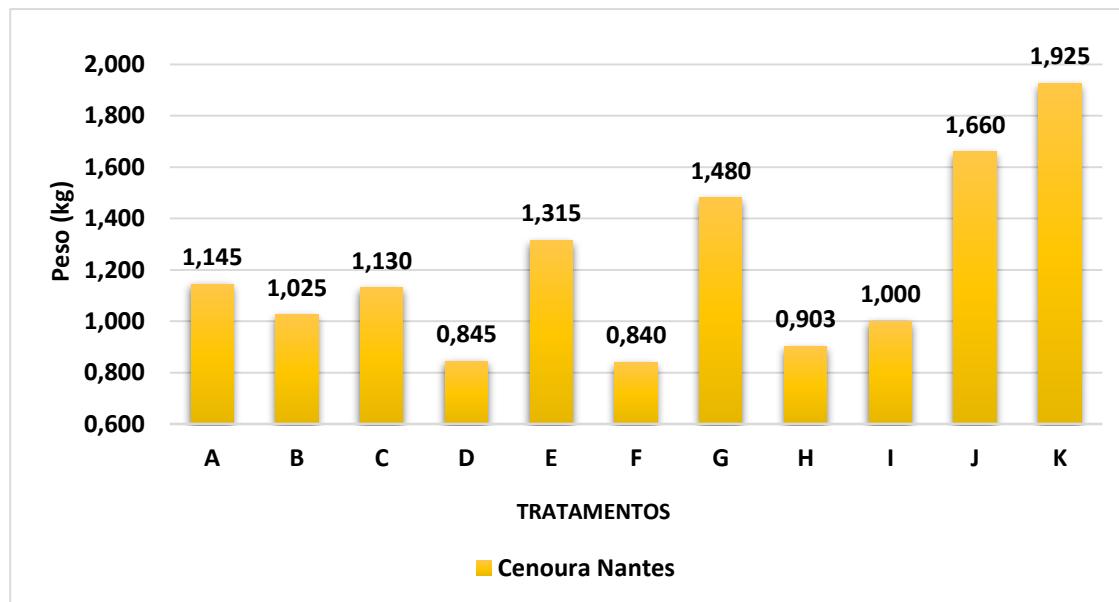
#### *Peso comercial das raízes*

A partir da constatação das raízes comerciais, e a separação destas, foi realizada a pesagem das mesmas. Os resultados referentes a pesagem das raízes foram submetidos estatisticamente ao teste de Tukey com nível de significância a 5%, e mostraram variações significativas dentre os diferentes tratamentos. Os tratamentos “K” e “J” em que foram utilizados a adubação mineral, foram os que obtiveram os melhores resultados, com 1,92kg para o tratamento “K” e 1,66kg para o tratamento “J”. Em um trabalho realizado por Silva *et al.* (2003) ele constatou raízes com pesos em ( $\text{t ha}^{-1}$ ) maiores sobre a realização de uma adubação mineral, num comparativo com adubação orgânica.

Para os tratamentos em que foi utilizado a adubação com o pó de rocha, o tratamento “G” foi o que obteve melhor resultado, apresentando 1,48kg como peso comercial.

O tratamento “A” (Testemunha) em que não houve nenhuma forma de adubação, teve 1,145kg de peso comercial, apresentando resultado superior aos tratamentos “C”, “B”, “I”, “H”, “D” e “F”, em que foram utilizadas a adubação com o pó de rocha MR-4.

**Figura 12** – Peso comercial das raízes (kg) por tratamento.



**Tabela 4** – Comparação entre as médias dos tratamentos principais, baseado no peso comercial das raízes. (Teste de Tukey).

| TRATAMENTO | PESO - RAIZ COMERCIAL (kg) |     |
|------------|----------------------------|-----|
| K          | 1,925                      | a   |
| J          | 1,66                       | ab  |
| G          | 1,48                       | abc |
| E          | 1,315                      | abc |
| A          | 1,145                      | abc |
| C          | 1,13                       | bc  |
| B          | 1,025                      | bc  |
| I          | 1                          | bc  |
| H          | 0,9025                     | bc  |
| D          | 0,845                      | c   |
| F          | 0,84                       | c   |

DMS (5%): 0,7933

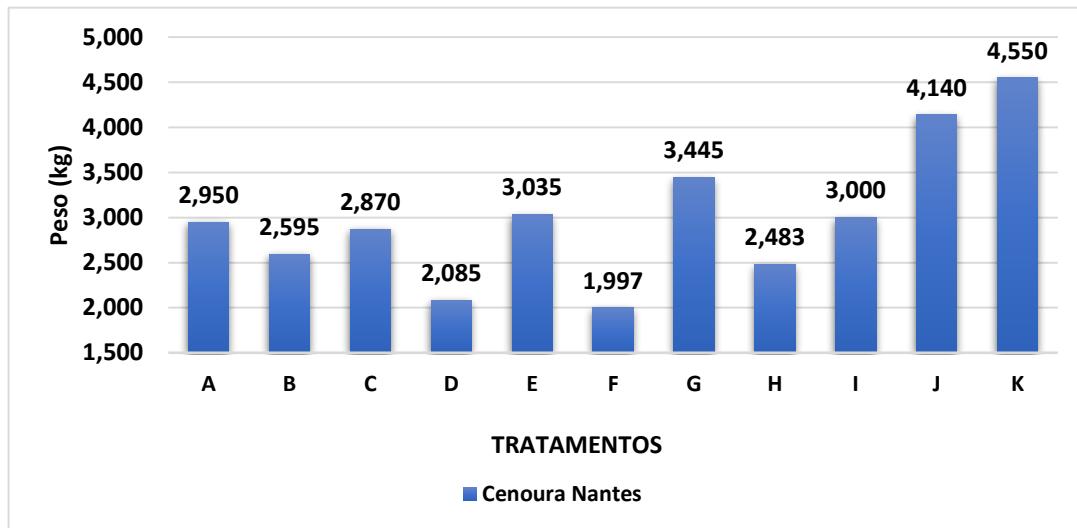
#### *Peso total das raízes*

Os dados referentes ao peso total das raízes foram obtidos a partir da somatória das raízes comerciais, mais as raízes não comerciais. Os resultados dos tratamentos foram submetidos estatisticamente ao teste de Tukey com nível de significância a 5%, e se equivaleram aos obtidos na pesagem das raízes comerciais, apresentando variações significativas entre os tratamentos.

De semelhante modo as outras avaliações realizadas, os tratamentos “K” e “J” que se utilizaram da adubação mineral, obtiveram os resultados mais positivos dentre as adubações realizadas, apresentando um peso geral de 4,55kg e 4,14kg respectivamente.

Dentre os tratamentos que se utilizaram da adubação com o pó de rocha, o que mais se destacou foi o tratamento “G” apresentando um peso geral de 3,44kg.

**Figura 13** – Peso total das raízes (kg) por tratamento.



**Tabela 5** – Comparaçāo entre as médias dos tratamentos principais, baseado no peso total das raízes. (Teste de Tukey).

| TRATAMENTO | PESO - RAIZ COMERCIAL (kg) |    |
|------------|----------------------------|----|
| K          | 4,55                       | a  |
| J          | 4,14                       | ab |
| G          | 3,445                      | ab |
| E          | 3,285                      | ab |
| I          | 3                          | ab |
| A          | 2,95                       | ab |
| C          | 2,87                       | ab |
| B          | 2,595                      | ab |
| H          | 2,4825                     | ab |
| D          | 2,085                      | b  |
| F          | 1,9965                     | b  |

**DMS (5%): 2,246892**

### Conclusões

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que a adubação realizada por meio do processo de rochagem com o uso do Pó de rocha MR-4, não teve desempenho satisfatório em um comparativo feito com a adubação realizada com o uso do adubo mineral NPK 04-14-08.

O tratamento “J” baseado no uso do adubo mineral NPK 04-04-18 em consonância com o esterco bovino foi o que obteve melhor resultado dentre todos os tratamentos realizados, em todas as avaliações feitas.

Dentre os tratamentos realizados por meio do processo de rochagem, o que mais se destacou foi o tratamento “G” que se utilizou de 450g/m<sup>2</sup> do pó de rocha MR-4 em consonância com esterco bovino.

Foi possível constatar também que os resultados referentes as adubações realizadas em consonância com o esterco bovino, tanto com o uso do pó de rocha, quanto com o uso do adubo mineral, foram melhores, em comparação com a adubação realizada de forma isolada.

### Referências

ASSIS, L. B. **Agroecologia sob a visão do direito: estudo do manejo da rochagem como demonstração de que a agroecologia é instrumento de direito à alimentação e de preservação da vida.** GOIÂNIA, 2015, 101 p. Dissertação (Mestrado em Direito Agrário) - Universidade Federal de Goiás, 2015.

ASSIS, L. B.; et al. **Desafios em soberania e segurança alimentar: a utilização da rochagem como fonte alternativa sustentável.** Anais II Congresso Brasileiro de Rochagem. Poços de Caldas, 2013, p.125-132.

BISÃO, A. **Pó de rocha na agricultura: Conceitos e Novidades – Entrevista com Antônio Bisão.** Agro de Respeito. 2019 (7m40s). Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=F3\\_aHoFHrdw](https://www.youtube.com/watch?v=F3_aHoFHrdw)>. Acesso em: 30 de março de 2020.

BRITO, R S. et al. **Rochagem na agricultura: importância e vantagens para adubação suplementar.** SAJEBTT, Rio Branco, UFAC v.6, n.1, p. 528-540, 2019

CAMARGO, L.S. **As hortaliças e seu cultivo.** Campinas: Fundação Cargill, 1981, 289 p.

CEAGESP. **Normas de classificação de cenoura.** Programa de adesão voluntaria. 1999.

ESWARAN, H.; REICH, P.; BEINROTH, F. **Global distribution of soils with acidity.** In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLANT-SOIL INTERACTIONS AT LOW pH, 4., 1996, Belo Horizonte, MG. Proceedings. Campinas: SBCS, 1997. p.159- 164.

FILGUEIRA, Fernando Antonio Reis. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2003.

LANA MM; VIEIRA J V. 2000. **Fisiologia e manuseio pós-colheita de cenoura.** EMBRAPA CNPH, Circular Técnica 21: 15

LUZ, A. B. et al. **Rochas, minerais e rotas tecnológicas para a produção de fertilizantes alternativos.** In: Agrominerais para o Brasil. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. Cap.4, p.61-88.

LUZ JMQ; SILVA JÚNIOR JA; TEIXEIRA MSSC; SILVA MAD; SEVERINO GM; MELO B. 2009. **Desempenho de cultivares de cenoura no verão e outono-inverno em Uberlândia-MG.** Horticultura Brasileira 27: 096-099.

MARTINS, E.S; THEODORO, S.H. **Congresso Brasileiro de Rochagem** In: **Congresso Brasileiro de Rochagem, 1, 2010: Brasília.** Anais do I Congresso Brasileiro de Rochagem; editores Eder de Souza Martins, Suzi Huff Theodoro Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados. p. 322, 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).

PIMENTEL, A. A. M. P. **Olericultura no trópico úmido: hortaliças na Amazônia.** São Paulo, Agronômica Ceres, 322 p., 1985.

RIBEIRO, L. S. et al. **Rochas silicáticas portadoras de potássio como fontes do nutriente para as plantas solo.** Rev. Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, n. 3, p. 891-897. 2010.

ROSOLEM, C.A. **Brazil: acid soils and agriculture.** 4p. (Documento apresentado antes do International Steering Committee of the Symposium Plant-SoilInteractions at Low pH, Beckley, USA, 24-29 June 1990)

SANTOS, J. F. et al.. **Produção agroecológica de batata em relação à doses de pó de rocha.** Rev. Tecnologia e Ciência Agropecuária, v.8, n.1, p.29-35, 2014.

SAS INSTITUTE. 1999. **SAS: user's guide statistics: version 8.0 edition.** Cary. 956 p.

SILVA RM; BRUNO GB; LIMA EDPA; LIMA CAA.1989. **Efeito de diferentes fontes de matéria orgânica na cultura do tomateiro (*Lycopersicum esculentum* Mill.).** Agropecuária Técnica.10: 37-47.

SIQUEIRA RG; BARRELLA TP; SANTOS RHS; MEDEIROS EAA; SIMÕES AN; MOREIRA SI; PUSCHMANN R; MAPELI NC. 2005. **Avaliação de cultivares de cenoura em sistema de produção orgânica.** Horticultura Brasileira 23. Suplemento. CD-ROM. Trabalho apresentado no 45º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2005.

THEODORO, S. H. et al. **Experiências de uso de rochas silicáticas como fonte de nutrientes.** Rev. Espaço e Geografia, v. 9, n. 2, p. 263-292, 2006a.

VIEIRA, J.V.; MAKISHIMA N. **A cultura da cenoura.** I Embrapa Hortaliças - Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 77p.: 16 cm. (Coleção Plantar: 43)

VIEIRA, J. V.; PESSOA, H. B. S. V.; MAKISHIMA, N. (Org.). **Cultivo da cenoura Brasília:** Brasília: EMBRAPA, 1997. 19 p. (EMBRAPA hortaliças: Instruções Técnicas, 13).