



UNIÃO DINÂMICA DE FACULDADE CATARATAS
FACULDADE DINÂMICA DAS CATARATAS
CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

Missão: *“Formar Profissionais capacitados, socialmente responsáveis e aptos a promoverem as transformações futuras”*

**AVALIAÇÃO DO USO DE PÓ DE ROCHA BASÁLTICA
COMO FERTILIZANTE ALTERNATIVO NA CULTURA DA
RÚCULA**

ROBERTO LUIS BRUGNERA

**Foz do Iguaçu– PR
2012**

ROBERTO LUIS BRUGNERA

**AVALIAÇÃO DO USO DE PÓ DE ROCHA BASÁLTICA
COMO FERTILIZANTE ALTERNATIVO NA CULTURA DA
RÚCULA**

Trabalho Final de Graduação apresentado a banca examinadora de graduação do Curso de Engenharia Agrônômica da Faculdade Dinâmica das Cataratas (UDC), como requisito para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Professora Fernanda Rubio

**Foz do Iguaçu – PR
2012**

TERMO DE APROVAÇÃO

UNIÃO DINÂMICA DE FACULDADES CATARATAS

**AVALIAÇÃO DO USO DE PÓ DE ROCHA BASÁLTICA COMO FERTILIZANTE
ALTERNATIVO NA CULTURA DA RÚCULA**

**TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE
ENGENHEIRO AGRÔNOMO**

Acadêmico(a): Roberto Luis Brugnera

Orientadora: Professora Fernanda Rubio

Nota Final

Banca Examinadora:

Prof^(a). Denice de Oliveira Almeida

Prof^(a). Márcia Helena Beck
Foz do Iguaçu, 29 de novembro de 2012

DEDICATÓRIA

A minha família, pela compreensão e apoio em todos os momentos de ausência,

Aos meus amigos, que entenderam e apoiaram as inúmeras desculpas

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, razão da existência.

Aos professores do Curso de Agronomia

A Professora Orientadora Fernanda Rubio, pela orientação, acompanhamento e incentivos para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas de classe que sempre apoiaram e auxiliaram em momentos importantes, principalmente naqueles momentos onde o estímulo para continuar foi fundamental para o término dessa jornada.

As pessoas que no anonimato foram ímpares no apoio espiritual, financeiro e no ambiente de trabalho.

O único lugar onde o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário.

Anônimo

BRUGNERA, Roberto Luis. Avaliação do uso de pó de rocha basáltica como fertilizante alternativo na cultura da rúcula. Foz do Iguaçu, 2012. Projeto de trabalho final de graduação – Faculdade Dinâmica de Cataratas

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o uso de pó de rocha basáltica como fertilizante alternativo na cultura da rúcula (*Eruca sativa* L.). Os tratamentos foram: Tratamento A na dose de 2,5 kg de pó de basalto por m², tratamento B na dose de 5 kg de pó de basalto por m², tratamento C nas doses de 2,5 kg de pó de basalto + 2,5 kg de cama de frango por m² compostados por 60 dias, tratamento D na dose de 2,5 kg de cama de frango por m², tratamento E com 100 g de adubo organomineral (06-06-06) por m² e testemunha sem nenhum tipo de agregado. Foi efetuado quatro repetições de cada tratamento, totalizando 24 vasos. O tempo de estudo foi de 25 dias, onde foi efetuado as medições e pesagens das plantas. Pela análise estatística utilizada os tratamentos A, B e F não apresentaram diferenças significativas. Já o tratamento C obteve bons resultados em comparação com qualquer dos tratamentos provavelmente pela condição de compostagem apresentada. Uma análise do custo-benefício do uso do pó de rocha na região delimitada pelo município de Foz do Iguaçu – PR foi efetuado, indicando que é uma alternativa economicamente viável para os produtores da região.

Palavras chaves: Produção orgânica, Adubo natural, Fertilizante natural

BRUGNERA, Roberto Luis. Evaluation of the use of basalt rock powder as an alternative fertilizer culture of arugula. Foz do Iguaçu, 2012. Project to completion of course work- Faculdade Dinâmica das Cataratas

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the use of basalt rock powder as an alternative fertilizer on the culture of arugula (*Eruca sativa* L.). The treatments were at doses of 2.5 kg of basalt powder per m², 5 kg of basalt powder per m², 2.5 kg of basalt powder + 2.5 kg of poultry litter per m² composted for 60 days, 2.5 kg of poultry litter per m², 100 g of organomineral fertilizer (06/06/06) per m² and control without any added. It was made four (4) replicates of each treatment, totaling 24 vessels. The duration of this study was 25 days, which was performed the measurements and weights of treatments. By the statistical analysis used, the treatments A, B and F showed no significant differences in any of them. The treatment C excelled in comparison with any of the other treatments, with 5% probability, probably presented by the condition of composting. With the Root variable, it was used the cluster test measures Scott-Knatt and there was no significant difference between treatments. An analysis about the cost-benefit of using the rock dust in the region bounded by the city of Foz do Iguaçu - Pr was made, indicating that it is an economically viable alternative for producers in the region.

Key words: Production organic, natural fertilizer, natural fertilizer

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1: Processo de intemperismo na formação do solo.....	14
Figura 2: Croqui esquemático da composição do horizonte A.....	15
Figura 3: Representação do equilíbrio dinâmico dos micronutrientes no solo.	24
Figura 4: Perfil Geológico do Paraná.....	28
Figura 5: Vista panorâmica da mineradora de Foz do Iguaçu – PR.....	29
Figura 6: Imagens representativas da cultura da rúcula	30
Figura 7: Mapa média chuva.....	34
Figura 8: Mapa temperaturas médias.....	35
Figura 9: Imagens de Pó de basalto, Cama de Aves de Mix compostagem ...	36
Figura 10: Processo de semeadura nos vasos	37
Figura 11: Stand montado do projeto em DIC	38
Figura 12: Irrigação inicial manual	38
Figura 13: Medições no laboratório	39
Figura 14: Imagem de representantes dos tratamentos	41
Figura 15: Cultura da Rúcula aos 25 dias	42
Figura 16: Imagem de gráfico com médias massa seca	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 Diâmetro das partículas segundo Resende, 2002	16
Tabela 02 Diâmetro das partículas segundo ABNT, 1995	16
Tabela 03 Resultado análise química da Rocha Basáltica.....	22
Tabela 04 Área rural do município de Foz do Iguaçu	32
Tabela 05 Evolução do valor bruto da produção agropecuária no Município de Foz do Iguaçu – PR	32
Tabela 06 Principais culturas de verão plantadas no Município	33
Tabela 07 Principais culturas de inverno plantadas no Município	33
Tabela 08 Descrição dos Tratamentos	35
Tabela 09 Resultado análise estatística.....	40
Tabela 10 Leitura das médias dos pesos e massa.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
CRA	Capacidade de retenção de água
CTC	Capacidade de troca catiônica
EMATER	Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa de Pesquisa Agropecuária
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
FAO	Food and Agriculture Organization
JUSBRASIL	Revista Eletrônica da Justiça Brasileira
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MINEROPAR	Minerais do Paraná S.A.
MME	Ministério das Minas e Energia
PMFI	Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu
SIMEPAR	Sistema Meteorológico do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	O SOLO.....	13
2.2	FORMAÇÃO E COMPOSIÇÃO DO SOLO.....	13
2.2.1	Os minerais do solo	16
2.2.1.1	Fósforo – P ₂ O ₅	17
2.2.1.2	Potássio (K).....	17
2.2.1.3	Cálcio e Magnésio.....	18
2.2.1.4	Silício (Si).....	19
2.2.1.5	Nitrogênio (N).....	19
2.2.1.6	Enxofre (S).....	20
2.3	ADUBAÇÃO DE SOLO	20
2.3.1	Pó de Rocha Basáltica	21
2.3.2	O uso de pó de rocha na adubação	22
2.4	SOLUBILIZAÇÃO DOS MINERAIS	23
2.4.1	Ações Bioquímicas na Solubilização de Minerais	25
2.5	A ROCHAGEM NO BRASIL	26
2.5.1	Ocorrências de rochas potenciais no Paraná	27
2.5.2	Ocorrências de rochas potenciais em Foz do Iguaçu	28
2.6	A CULTURA DA RÚCULA	29
2.7	O PEQUENO PRODUTOR AGRÍCOLA	31
2.7.1	Dados sócio-econômicos de Foz do Iguaçu 2009/2010	32
3	MATERIAL E MÉTODOS	34
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	34
3.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	35
3.2.1	Preparo dos Tratamentos	35
3.2.2	Semeadura	37
3.2.3	Análises das variáveis	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40

5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1 INTRODUÇÃO

Atualmente quando se fala em agricultura sustentável, inclui-se a agricultura orgânica, agroecologia, agricultura biodinâmica e muitas outras denominações para práticas e manejos culturais agrícolas. Estas ações se baseiam na crescente preocupação com o meio ambiente e a qualidade de vida da população, que vem demandando por produtos saudáveis, com práticas conservacionistas ambientais, culturais, sociais, política e ética.

Mas para que isso ocorra, requer por parte dos produtores, uma mudança significativa dos atuais processos produtivos vindos desde a Revolução Verde, das empresas fornecedoras de insumos, que devem investir em novas tecnologias e pesquisa de produtos adequados a serem oferecidos aos produtores para essa finalidade e uma política por parte dos governos de incentivos (financeiros, técnicos, jurídicos) tanto para empresas quanto para produtores.

Chegar a um sistema agrícola auto-suficiente e diversificado, baseado na conservação de solo, na diversificação de culturas, na utilização de nutrientes de fontes renováveis e de menores custos, utilizando resíduos orgânicos e minerais localmente disponíveis, e assim gradativamente, eliminando a utilização de adubos minerais de alta solubilidade conhecidos como adubos químicos, onde se revela inviável a ampla maioria das famílias de agricultores em função de seu elevado custo e dos impactos ambientais gerados na prática da agricultura convencional, é o grande desafio e preocupação de pesquisadores, agricultores e políticos de todo o mundo. A carência de informações com bases científicas tem sido um dos maiores entraves que impossibilitam o aumento da visão e compreensão do funcionamento do sistema.

Não diferente disso, os produtores da região de Foz do Iguaçu também necessitam de mudanças e acesso a produtos que tornem suas propriedades mais eficientes e produtivas, bem como sua renda melhorada para que se torne realmente autosustentável não só ecologicamente, mas financeiramente. Existe uma situação bem favorável a isso, pois estamos próximos a fontes produtoras de Matérias Primas importantes para esse sistema de fertilização, volume de produto suficiente para atender uma demanda razoável de produtores da nossa cidade, logística de

transportes e acessibilidade viária das origens aos destinos das Matérias Primas e fundamental desejo do produtor de uma opção que atenda sua necessidade.

Fundamentalmente a agricultura familiar, de qualquer denominação da sua produção, esta fadada ao extermínio desde que não se tenha acesso a novos insumos, técnicas e consumidores. Insumos eficientes de baixo custo, de fácil acesso, técnicas conservacionistas e ambientalmente corretas e consumidores dispostos a adquirir produtos cada vez mais saudáveis é o tripé do sucesso e manutenção do homem no campo, fundamental para o sucesso.

Como justificativa deste trabalho colocamos que os pequenos agricultores, mesmo a agricultura familiar necessita urgentemente mudanças significativas para garantir sua sobrevivência econômica no campo. Com custos elevados e sem opções paupáveis, essa modalidade de agricultura encontra-se fadada ao desaparecimento, ao menos que se desenvolvam novos produtos e técnicas que os garante melhores resultados em produtividade e de redução de custo.

O trabalho em questão busca uma análise de alternativa possível de substituição de fertilizantes altamente solúveis e de grande valor, por uma opção que gradativamente possa substituir grande parte dos chamados adubos químicos, com grandes vantagens agronômicas, ambientais e de custo.

Esse trabalho tem o objetivo avaliar o pó de rocha basáltica como fertilizante alternativo na cultura da Rúcula (*Eruca sativa* L.).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O SOLO

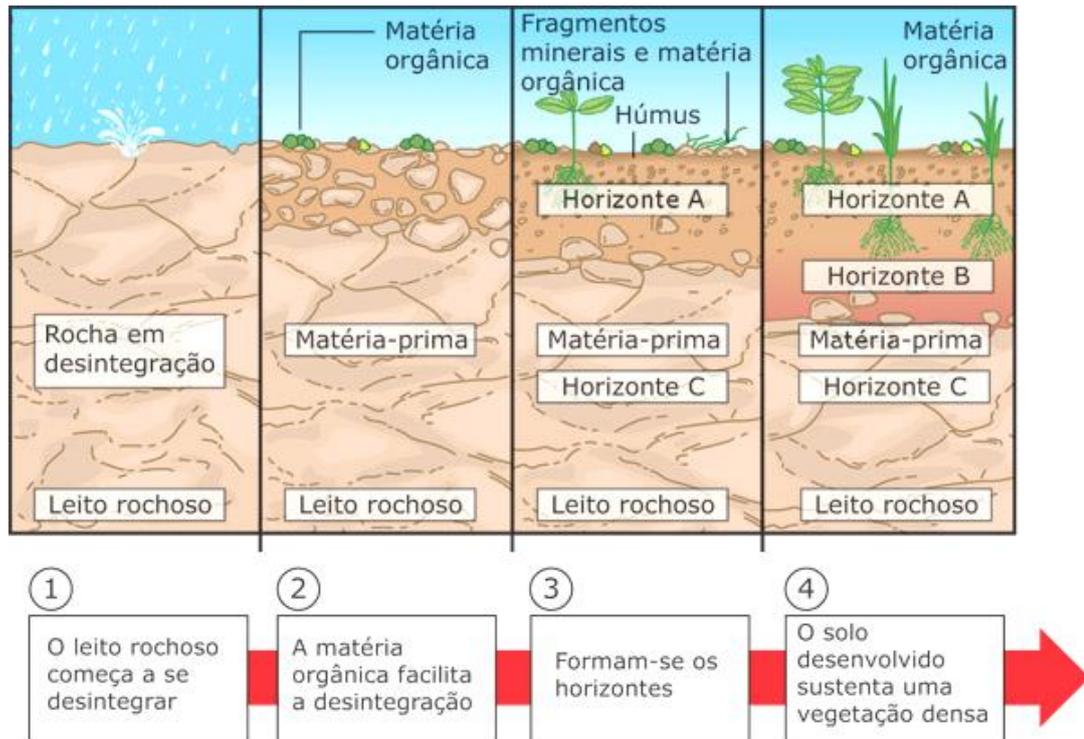
O solo é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formado por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do planeta, contém matéria viva e pode ser vegetado na natureza onde ocorre e, eventualmente, ser modificado por interferências antrópicas (EMBRAPA, 2009).

A quantificação de alterações nos atributos do solo, decorrentes da intensificação de sistemas de uso e manejo, tem sido amplamente realizada para monitorar a produtividade sustentável dos solos (NEVES *et al.*, 2007), já que um dos princípios da agricultura é a relação com a vida, sendo assim, o solo não é simplesmente um substrato, é um complexo sistema de elementos físicos, químicos e biológicos vivos que dependem de sua interação para que ocorra o resultado inerente a ele. Portanto, o solo é um fator de produção, tanto quantitativamente como qualitativamente (SCHUMACHER, 1981, apud ANDRIOLI, 2009).

2.2 FORMAÇÃO E COMPOSIÇÃO DO SOLO

O intemperismo é o conjunto de modificações de ordem física e química que as rochas sofrem ao aflorar na superfície da Terra (LEPSCH, 2002), sendo necessário para a formação do solo.

Os processos de intemperismo atuam por meio de mecanismos modificadores das propriedades físicas dos minerais e rochas (morfologia, resistência, textura, etc.), e de suas características químicas (composição química e estruturas cristalinas) (TOLEDO, 2000). A Figura 1 representa a formação gradativa do solo.



. **Figura 1:** Processo de intemperismo na formação do solo
 . **Fonte:** Daniel Ramos Silveira, 2010

O desenvolvimento de um solo resulta do equilíbrio entre vários fatores, como o clima, ação de micro-organismos, a natureza do material originário, a topografia do relevo e o período de tempo (BRADY, 1979), sendo que o clima é um fator muito importante no processo, pois a temperatura média anual, suas variações e amplitudes e o regime de chuvas, torna o intemperismo mais rápido e eficiente nos climas quentes e úmidos (BIGARELLA *et al*, 1996).

O solo é constituído por sólidos minerais e matéria orgânica, além de ar e água (HILLEL, 1998 apud DALLA RIVA, 2010).

Na Figura 2 observa-se um esquema da composição do horizonte A de um solo em boas condições para o crescimento das plantas. A porção de ar e água dos poros é variável. Normalmente no horizonte A se apresenta com maior concentração de matéria orgânica, o que confere ao solo uma proteção às gotas de chuva ao salpicamento das partículas do solo, alterando a proporção dos poros, facilitando a infiltração e aeração (MORAES *et al.*, 2003).

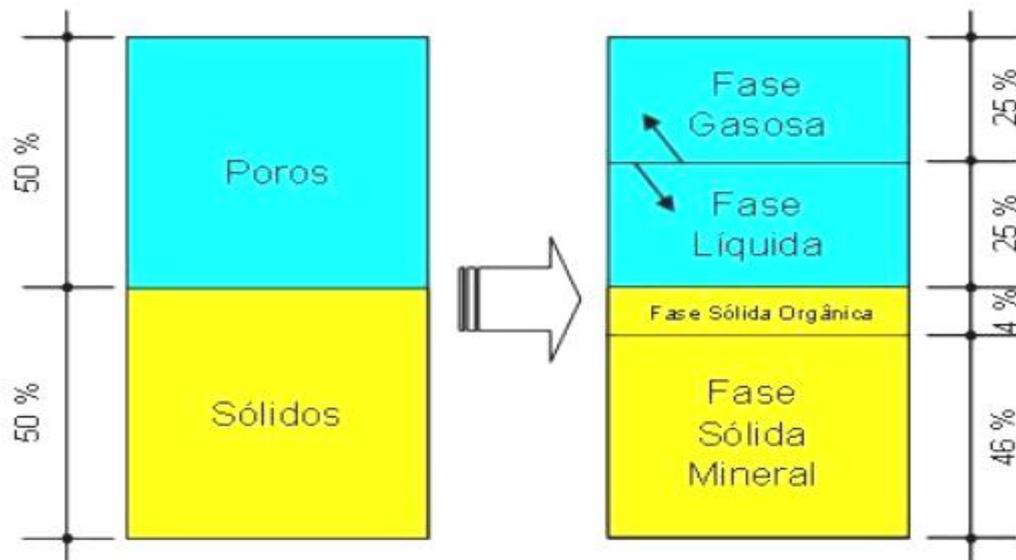


Figura 2: Croqui esquemático da composição do horizonte A.
Fonte: HILLEL (1998).

O material orgânico do solo é aquele originário de resíduos vegetais em diferentes estágios de decomposição, fragmentos de carvão finamente divididos, substâncias húmicas, biomassa meso e microbiana, e outros compostos orgânicos naturalmente presentes no solo, já o material mineral é formado, predominantemente, por compostos inorgânicos, em vários estágios de intemperismo (EMBRAPA, 2009).

Geralmente, quanto mais intemperizado for o solo, menos as características do material de origem são preservadas. Desta forma, os solos jovens apresentam muitas características e propriedades químicas, físicas, mineralógicas e, às vezes, até morfológicas do material de origem. No entanto, a medida que o solo envelhece, os processos pedogenéticos avançam e estas características iniciais vão se modificando. Mesmo assim, alguns atributos, principalmente aqueles ligados aos minerais mais resistentes, ainda podem ser percebidos (COSTA, 2003).

2.2.1 Os Minerais do Solo

Os minerais presentes no solo, tanto primários como secundários variam muito em termo de tamanho, podendo ser desde partículas coloidais à fragmentos rochosos (HILLEL, 1998 apud DALLA RIVA, 2010).

As Tabelas 1 e 2 apresentam a classificação quanto ao tamanho das partículas segundo Resende *et al.* (2002) e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1995), respectivamente.

Tabela 1 – Diâmetro das partículas segundo Resende, 2002

Partículas do solo	Diâmetro equivalente (mm)
Matacões	> 200
Calhaus	200 – 20
Cascalhos	20 – 2
Areia Grossa	2 - 0,20
Areia fina	0,20 – 0,05
Silte	0,05 – 0,002
Argila	< 0,002

Fonte: RESENDE *et al.* (2002)

Tabela 2 – Diâmetro das partículas segundo ABNT, 1995

Partículas do solo	Diâmetro equivalente (mm)
Pedregulho	Entre 60 e 2
Areia	Entre 2 e 0,06
Silte	Entre 0,06 e 0,002
Argila	Menor que 0,002

Fonte: ABNT (1995)

A areia e o silte, que aparecem nas frações mais grossas e intermediárias do solo, são denominados minerais primários ou minerais originais, pois advêm de minerais mais resistentes ao intemperismo químico e, por isso, permanecem mais tempo no solo, mantendo sua composição original. Por outro lado, os minerais formados pela degradação de materiais menos resistentes são denominados de minerais secundários, resultantes da decomposição da rocha matriz, com maior susceptibilidade a alterações e ocupando as frações finas do solo, como as argilas silicatadas e os óxidos de Ferro (Fe) e Alumínio (Al) (RESENDE, 2002).

A seguir serão descritos brevemente alguns minerais essenciais para o desenvolvimento vegetal.

2.2.1.1 Fósforo

O fósforo (P_2O_5) é um elemento cuja deficiência no solo limita severamente a produção das culturas. O fósforo presente no material originário do solo está na forma de mineral, mais na forma de fosfatos, que com o intemperismo vai solubilizando em pequenas quantidades. Estudos realizados revelavam que cerca de 90% das análises feitas no país mostravam que os teores de fósforo disponíveis no solo são comumente baixos, podendo ser inferior a $1,0 \text{ mg/dm}^3$ pelo extrator Mehlich. O fósforo é essencial no metabolismo das plantas, sendo que a sua baixa disponibilidade na fase inicial do ciclo vegetativo pode causar nanismos e mesmo restrições severas ao seu desenvolvimento (MALAVOLTA, 1980).

Para Otani e Ae (1996) apud Souto *et al.* (2009), os estudos mostraram resultados indicando que a interação fósforo-planta é fortemente relacionada com o comprimento das raízes em solos onde o fósforo disponível é alto.

Já Krolow *et al.* (2004), em trabalhos com leguminosas, verificou significativo aumento de massa seca de raízes quando essas têm disponibilidade de adubos fosfatados, demonstrando interação positiva e que a absorção deste nutriente pela planta é relacionado a quantidade de raízes presentes, ou seja, quanto maior área superficial de massa radicular, maior será sua capacidade de absorver nutrientes, especialmente o fósforo contido no solo.

2.2.1.2 Potássio

Dentre os nutrientes essenciais as culturas é possível que o potássio (K) seja aquele cuja dinâmica de disponibilidade esteja mais intimamente relacionada com a composição mineralógica do solo, razão porque é fundamental que haja estudos que relacionem mineralogia com sua disponibilidade. Esse elemento é encontrado em feldspatos e micas, que ao serem intemperizados, liberam-no para a solução do solo, onde poderá ser absorvido pelas plantas (FANNING *et al.* 1989).

Depois do nitrogênio, o potássio é o elemento mineral requerido em maior quantidade pelas espécies vegetais. Este nutriente tem alta mobilidade na planta, em qualquer nível de concentração, seja dentro da célula, no tecido vegetal, seja ainda, no xilema e floema (MALAVOLTA, 1980). Muito abundante no citoplasma das células vegetais e uma das suas maiores contribuições no metabolismo das plantas está relacionada com o potencial osmótico das células e dos tecidos (MARSCHNER, 1995).

Entre as várias funções que o potássio exerce nas plantas, citam-se melhor eficiência no uso da água, em consequência do controle de abertura e fechamento dos estômatos, maior translocação de carboidratos produzidos nas folhas para os outros órgãos da planta, maior eficiência enzimática e melhoria da qualidade comercial da planta (OLIVEIRA, 1995).

2.2.1.3 Cálcio e Magnésio

O Cálcio (Ca) é o principal elemento da lamela média das paredes celulares, razão pela qual apresenta importante relação com a resistência mecânica dos tecidos vegetais. É também essencial para neutralizar os efeitos prejudiciais de elementos tóxicos nos tecidos e para favorecer a absorção de nutrientes através do sistema radicular. Em condições de deficiência de cálcio, há uma acentuada redução no crescimento das plantas e no perfilhamento (MALAVOLTA, 1980)

A importância do magnésio para as plantas deve-se ao fato de ser um dos componentes de clorofila (2,7% do total). Este elemento funciona ainda como ativador de várias enzimas relacionadas com o metabolismo dos carboidratos e na síntese dos ácidos nucléicos e proteínas. Os sintomas de deficiência podem aparecer já nos primeiros dias após a emergência das plântulas. Há redução no crescimento e não ocorre perfilhamento. Nas folhas mais velhas é comum apresentarem coloração amarelada entre os nervos da folha (VASCONCELOS, 1988).

2.2.1.4 Silício

A deposição de sílica na parede das células torna a planta mais resistente à ação de fungos e insetos. Isso ocorre pela associação da sílica com constituintes da parede celular, tornando-os menos acessíveis às enzimas de degradação dando uma resistência maior aos tecidos (DAYANANDAM *et al.*, 1983).

Outro benefício do uso de silicatos está relacionado não apenas ao fornecimento de Si, mas também ao efeito dos mesmos como corretivos de acidez, fornecimento de Ca e Mg e também de micronutrientes. Dentre os nutrientes minerais utilizados no manejo de doenças, o silício destaca-se por reduzir a severidade de importantes doenças em várias culturas (QUEIROZ, 2003).

Estudos realizados por Carvalho (1998) mostram efeitos positivos do uso do silício (Si) sobre insetos pragas de importância econômica, como a lagarta do cartucho, pulgões e mosca branca.

O dióxido de silício é um dos elementos químicos encontrado em maior quantidade no basalto, sendo o responsável pelo maior desenvolvimento radicular, além disso, contribui para o controle de pragas e doenças (CAMARGO, 2010).

No basalto, o dióxido de silício (SiO_2) é um dos elementos químicos encontrado em maior quantidade e um dos responsáveis pelo aumento de lignina nos tecidos das plantas contribuindo para uma parede celular mais grossa e dificultando a instalação de doenças foliares (EMATER, 2009).

O silício foi recentemente incluído na Legislação Brasileira de Fertilizantes como um micronutriente benéfico para as culturas. Entre os principais benefícios do silício na planta destacam-se: aumento da tolerância ao estresse hídrico, aumento da capacidade fotossintética, diminuição do acamamento, redução da transpiração (KORNDORF, 2004).

2.2.1.5 Nitrogênio

O nitrogênio abundante na atmosfera na forma de N_2 está presente em pequena quantidade no solo. O nitrogênio é responsável em grande parte pela síntese de proteínas e aminoácidos (MALAVOLTA, 1980). Além disso, atua na

formação das folhas, caules, no desenvolvimento dos perfilhos. Sua falta trará redução no desenvolvimento foliar, tamanho e quantidade, comprometendo a produção de fotossíntese e proteína bruta (NABINGER,1997).

2.2.1.6 Enxofre

A deficiência do enxofre reduz a disponibilidade do nitrogênio para a planta, o que reduzirá o seu desenvolvimento. A estrutura da membrana celular é também fundamental a presença do enxofre, pois os sulfolipídeos estão ligados na organização da clorofila na lamela dos cloroplastos. O enxofre também faz parte dos compostos que dão cor e sabor (VITTI e NOVAES, 1986).

Segundo Malavolta (1980), é na forma oxidada a maneira que a planta absorve o enxofre pelas raízes, mas também na forma orgânica (cisteína, cistina e metionina), transportado para a direção acrópeta.

O equilíbrio entre o N (nitrogênio) e o S (enxofre) na planta é fundamental para que não ocorra a inibição de um ou outro, ambos compostos de aminoácidos e que o excesso de um deles pode provocar a deficiência ou ineficiência do outro (SANTOS,1997).

Hadadd (1983) afirmou em seu estudo que a aplicação de enxofre em pastagem na forma de gesso agrícola obteve-se melhor resultado quando adicionado o N (nitrogênio) juntamente.

2.3 ADUBAÇÃO DE SOLO

Uma das premissas da Revolução Verde para melhorar a fertilidade do solo é o uso de adubos minerais de alta solubilidade, com benefícios químicos, mas com grande impacto ambiental e de custos de produção, onde se revela inviável a pequenos produtores (ALMEIDA *et al.*, 2007).

Segundo a FAO (1995) o desenvolvimento e aplicação de manejo integrado de nutrientes com vista a produtividade e sustentabilidade agrícola implica

na redução do uso de fertilizantes solúveis e incremento de fontes não tradicionais de nutrientes, como adubação orgânica, biofertilizantes e reciclagem de resíduos.

Na tentativa de achar um fertilizante que contenha tanto macro quanto micronutrientes, e principalmente que seja de baixo custo, muitos materiais têm sido testados. Entre essas alternativas, está a rocha de basalto (KNAPIK, 2005), pois trata-se de um produto adquirido do beneficiamento simples de matérias minerais, de solubilidade mais lenta, que disponibilizam os nutrientes para as plantas por um período maior do que o de fertilizantes convencionais (THEODORO e LEONARDOS, 2006).

2.3.1 Pó de Rocha Basáltica

Várias rochas e minerais podem ser utilizadas na agricultura e pecuária, como condicionadores de solo, alterando as condições físicas-químicas a favor do agricultor, e como carreadores de nutrientes, promovendo a geração de condições mais favoráveis ao desenvolvimento das culturas, em termos de quantidade de nutrientes (KNAPIK, 2007).

O basalto é considerado um importante material de origem de solos, contribuindo para sua fertilidade em função do predomínio de minerais facilmente intemperizados e ricos em cátions, destacando-se os feldspatos cálcio-sódicos e piroxênios (RESENDE *et al.*, 2002).

A aplicação de pó de rocha também proporciona a adição de colóides negativos devido à presença de sílica, que possibilitam a retenção por cátions de sais como o Ca, Mg e K, evitando que sejam lixiviados pela água (KAVALERIDZE, 1978).

Estudo realizado pela Universidade Federal do Paraná, por meio de análise química de rochas basálticas, demonstrou os elementos presentes na composição da rocha (KNAPIK, 2007) apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultado análise química da Rocha Basáltica

Mineral	unidade	Amostra A	Amostra B
SiO ₂	%	53,62	52,70
Al ₂ O ₃	%	13,47	13,74
TiO ₂	%	1,19	1,15
Fe ₂ O ₃	%	11,20	11,85
CaO	%	9,00	8,96
MgO	%	4,83	5,04
K ₂ O	%	1,17	1,11
Na ₂ O	%	2,95	3,03
MnO	%	0,19	0,18
P ₂ O ₅	%	0,20	0,20
S	mg/dm ³	139	135
Zr	mg/dm ³	1	1
Nb	mg/dm ³	31	31
Rb	mg/dm ³	< 1	18
Ba	mg/dm ³	169	132
Cu	mg/dm ³	71	31
Zn	mg/dm ³	93	105
Soma	%	99,68	99,76

Fonte: KNAPIK (2007)

Por sua riqueza e equilíbrio nutricional, a aplicação contínua dos pós de rochas promove a construção de um solo produtivo de forma ecologicamente correta e economicamente sustentável, tornando-se assim um importante insumo para o manejo ecológico do solo (ALMEIDA, 1982).

2.3.2 O Uso do Pó de Rocha na Adubação

A rochagem é uma prática aplicada muito vantajosa para o desenvolvimento de diversas culturas implantadas na agricultura como a de milho, arroz, mandioca, cana de açúcar, hortifrutigranjeiros e paisagismo, quando comparada à adubação com fontes minerais altamente solúveis (THEODORO e LEONARDOS, 2006).

Com a adubação química, o produtor se limita a 6 ou 7 nutrientes. O basalto, no entanto, tem 108 elementos químicos, destes, 42 são importantes para o

metabolismo das plantas. Com uma nutrição mais equilibrada, a planta fica mais resistente a doenças (EPAGRI, 2009).

Um dos mais notáveis benefícios está na lenta e gradativa disponibilidade dos macros nutrientes fornecidos pelo pó de rocha em virtude da lenta solubilização, permanecendo por longo tempo o fornecimento, reequilibrando o solo gradativamente e sua reserva nutricional (MALAMED *et al.*, 2007). A presença de micronutrientes nas rochas mesmo que em baixas concentrações, pode contribuir significativamente para o atendimento da demanda das culturas, uma vez que esses são exigidos em quantidades muito pequenas pelas plantas (RESENDE *et al.*, 2002).

Sendo assim, o pó de rocha aparece como uma opção natural para fertilizar os terrenos agricultáveis, pois quase totalidade dos nutrientes minerais vem da rocha mãe, com limitações de uso pela escala de tempo e termodinâmica na solubilidade (KHATOUNIAN, 2001).

No entanto, a solubilização do pó de basalto envolve um processo fortemente ligado à atividades biológicas. O uso de pós de rocha torna-se ineficiente caso não haja de forma concomitante com práticas culturais que estimulem a microbiota do solo, não se tratando assim de um sistema de substituição de insumos químicos por pó de rocha, mas uma prática de manejo de solo para a fertilização do agroecossistema (ALMEIDA e SILVA, 2007).

Sabe-se que os minerais existentes na rocha são os mesmos encontrados em adubos químicos, onde a rochagem é uma prática fundamental para uma agricultura ecologicamente sustentável, com um recurso doméstico de baixo valor agregado e ao alcance do pequeno ao grande agricultor.

2.4 SOLUBILIZAÇÃO DOS MINERAIS

O comportamento do sistema solo-planta em relação aos minerais vem da suas reações, ocorrência e movimentação e isto está muito ligada a sua origem, ao intemperismo e a presença de materiais orgânicos e inorgânicos cujos radicais livre e superfície propiciam os meios adequados para a movimentação no solo e absorção pela planta (CAMARGO, 2010).

A Figura 3 mostra uma representação da interação entre os organismos componentes do solo.

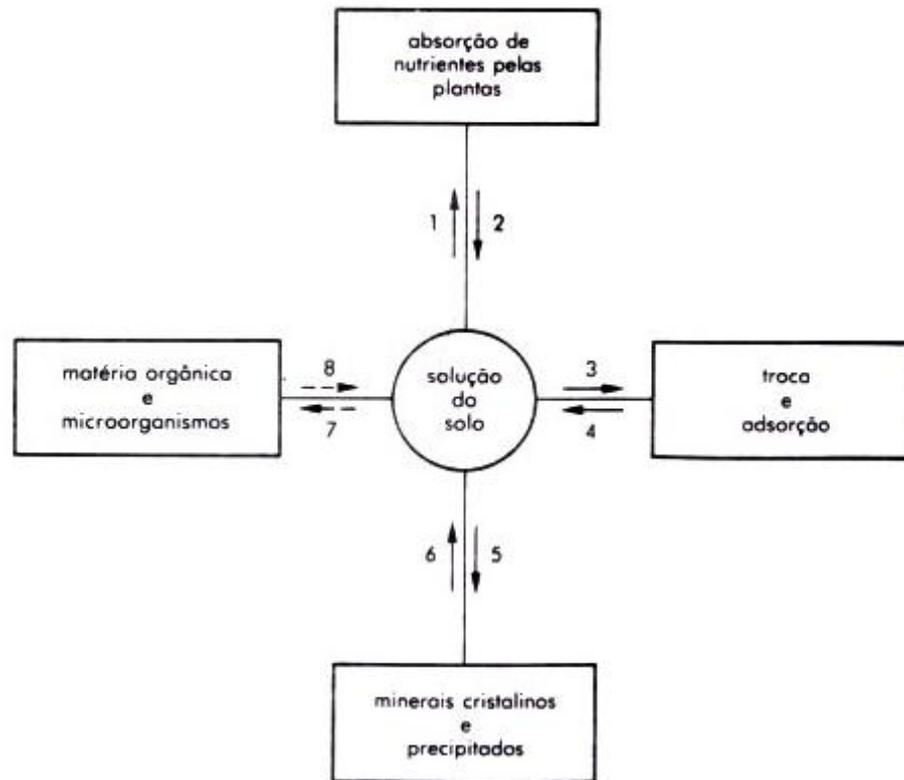


Figura 3. Representação do equilíbrio dinâmico dos micronutrientes no solo (adaptada de LINDSAY, 1972).

O período de tempo para liberação dos nutrientes pelo pó de rocha está diretamente ligado a superfície de contato da partícula, quanto menor for a partícula, mais rápida será a reação química, disponibilizando nutrientes (LUCHESE *et al.*, 2002).

Segundo Rosa *et al.* 2007, a biossolubilização do pó de rocha com o uso de microrganismos é uma técnica utilizada para diminuir o tempo necessário para a solubilização dos nutrientes presentes no pó de rocha basáltica, beneficiando a microbiota e o funcionamento do solo, permitindo diminuir com gastos em corretivos e fertilizante solúveis.

2.4.1 Ações Bioquímicas na Solubilização de Minerais

O desenvolvimento e aplicação de manejo integrado de nutrientes com vista a produtividade e sustentabilidade agrícola implica na redução do uso de fertilizantes solúveis e incremento de fontes não tradicionais de nutrientes, como adubação orgânica, biofertilizantes e reciclagem de resíduos (FAO, 1995).

O uso de microrganismos na solubilização da rocha recebe atenção especial dos pesquisadores em programas de interação com diferentes microrganismos. Ácidos orgânicos produzidos por micro-organismos decompositores de matéria orgânica e H₂O podem contribuir pela solubilização dos minerais (MALAVOLTA,1980).

Um dos exemplos de material rico em micro-organismos é a cama de aviário, tanto de corte como de postura, conferindo ao solo uma contribuição significativa para a restauração de seu ciclo biológico e físico e fornecendo às plantas nutrientes para um melhor desenvolvimento, sendo então repleto dos ácidos orgânicos fundamentais para solubilização de minerais, e também largamente utilizada nos processos de compostagem (HARRIS, 1990 apud RICCI, 1994).

Na região de Foz do Iguaçu, existe grande disponibilidade de cama de aves já beneficiada e pronta para utilização por fornecedor da cidade. Os valores praticados pela tonelada do material é de R\$ 290,00 (duzentos e noventa reais) a tonelada do produto posto na casa do consumidor (AGROPASSO, 2012).

Os produtos finais da decomposição dos constituintes dos resíduos orgânicos, dentre eles a cama de aviário, através da oxidação enzimática são: CO₂, H₂O e energia. Proteínas e substâncias orgânicas nitrogenadas dão origem a aminoácidos pelo ataque de microorganismos. A massa orgânica trabalhada pelos microorganismos se transforma aos poucos numa mistura de produtos parcialmente decompostos, células microbianas vivas ou mortas, e compostos resistentes, como gordura, ceras e lignina. Tecidos microbianos podem se tornar preponderante, desde que bactérias, actinomicetos e fungos estejam presentes na matéria orgânica, sendo favoráveis as condições de se multiplicarem rapidamente e grandes quantidades de tecidos complexos são sintetizados (MELLO,2009).

Dentre os diversos ácidos orgânicos existentes, os principais e mais expressivos reagentes no solo são: ácido acético glacial (CH_3COOH), ácido butírico ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$), ácido cítrico monohidratado ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$), ácido fênico ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$), ácido láctico ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$), ácido DL-Málico ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5$), ácido oxálico ($(\text{COOH})_2\text{H}_2\text{O}$), ácido propiônico ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$), ácido tânico ($\text{C}_{76}\text{H}_{52}\text{O}_{46}$) (BASSAN, 2004).

No enfoque agroecológico, os aportes contínuos de insumos externos ao agroecossistema poderiam ser melhorados por meio de processos biológicos que garantiriam a contínua reciclagem dos nutrientes minerais a partir de formas orgânicas. Com base nesse pressuposto, várias experiências têm sido desenvolvidas agricultores-experimentadores, associando o pó de rocha, esterco animal e o cultivo de adubação verde de inverno e verão (ALMEIDA *et al.* 2007).

O emprego do pó de basalto está aliado à crescente procura por novas tecnologias de produção que representem redução de custos, bem como com a qualidade de vida (SANTOS e AKIBA, 1996; PENTEADO, 1999; FERNADES *et al.* 2000). Isso porque, em agricultura orgânica, os mesmos tem sido recomendados como forma de manter o equilíbrio nutricional das plantas e torná-las menos predispostas a ocorrência de pragas e patógenos (PINHEIRO e BARRETO, 1996; BETTIOL, 2001; SANTOS *et al.* 2001).

2.5 A ROCHAGEM NO BRASIL

A utilização de pó de rochas na agricultura brasileira ainda não é reconhecida como fertilizantes, pois não se enquadra na regulamentação vigente para fertilizantes e corretivos pelos critérios estabelecidos como teores mínimos de nutrientes e solubilidade (EMATER, 2009).

Constantemente existem novas alterações e regulamentações na legislação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2004). Atualmente o MAPA considera com condicionador de solo, todo material que melhora as condições químicas, físicas e biológicas, utilizadas em recuperação de solo degradado ou desequilibrado nutricionalmente, mas que contenha garantias mínimas de: capacidade de retenção de água (CRA) de 60% e capacidade de troca

catiônica (CTC) - 200 mmolc/dm³, o que, segundo D'Andrea (2011) a CTC mínima exigida desqualifica as farinhas e pós de rochas como condicionadores de solo.

Os primeiros estudos e bibliografias quanto ao uso de pó de rocha apresentada no Brasil foram nos anos 70, onde a Mineropar foi pioneira em investigações e projetos pelo Professor Othon H. Leonardos. Já nos anos 80, os estudos se concentraram nos Termos-fertilizantes. O professor J.C. Gaspar nos anos 90 trabalhou o projeto de Carbonatito, um mineral muito presente no solo paranaense e de fontes de Cálcio e Magnésio utilizável pela agricultura e indústria químicas. A partir de 2003, o potássio foi estudo governamental, concomitante ao início da ação denominada Rede Brasil Agrirocha (MINEROPAR, s.d.)

Dentro dos principais minérios presentes no solo brasileiro, alguns estão em destaque em investimentos econômicos de mineração. O ferro com 29%, ouro com 15%, níquel com 7,9% e calcário com 7,9% também. Dos demais por ordem decrescente são: carvão (5,25%), cobre (5,0%) e potássio (4,8%). Casseterita, alumínio (bauxita), fosfato, amianto, zinco, nióbio, manganês, cromo, magnesita, fluorita, graita, rochas ornamentais, tungstênio, talco, titâneo, barila, gipsita, chumbo, vermiculita, feldspato correspondem sua soma em 23,11%. Pouco mais de 2% se refere aos subprodutos de titâneo e ouro (MME, 2012).

O Brasil apresenta rochas silicáticas com materiais potássicos de solubilidade moderada com potencial como fontes de nutrientes, moída com granulometria abaixo de 2 mm e aplicação da rochagem deve ser complementada com fontes solúveis, no primeiro cultivo em sistemas convencionais (MARTINS, EDER DE SOUZA, 2010).

2.5.1 Ocorrência de Rochas Potenciais no Paraná

As rochas do Paraná formam compartimentos distintos e abrangem um extenso intervalo do tempo geológico, com idade de 2,8 bilhões de anos até o momento. Na baixada litorânea, Serra do Mar e Primeiro Planalto, encontra-se as rochas magmáticas e metamórficas mais antigas, recobertas recentemente por sedimentos de origem marinha e continental. O segundo Planalto constitui a faixa de afloramento dos sedimentos paleozóicos da Bacia do Paraná. Sobrepostas a esse

sedimento ocorrem as rochas vulcânicas de idade mesozóica da Serra Geral (MINEROPAR,2008)

Na Figura 4 do mapa do Paraná, apresenta o perfil geológico do Paraná.

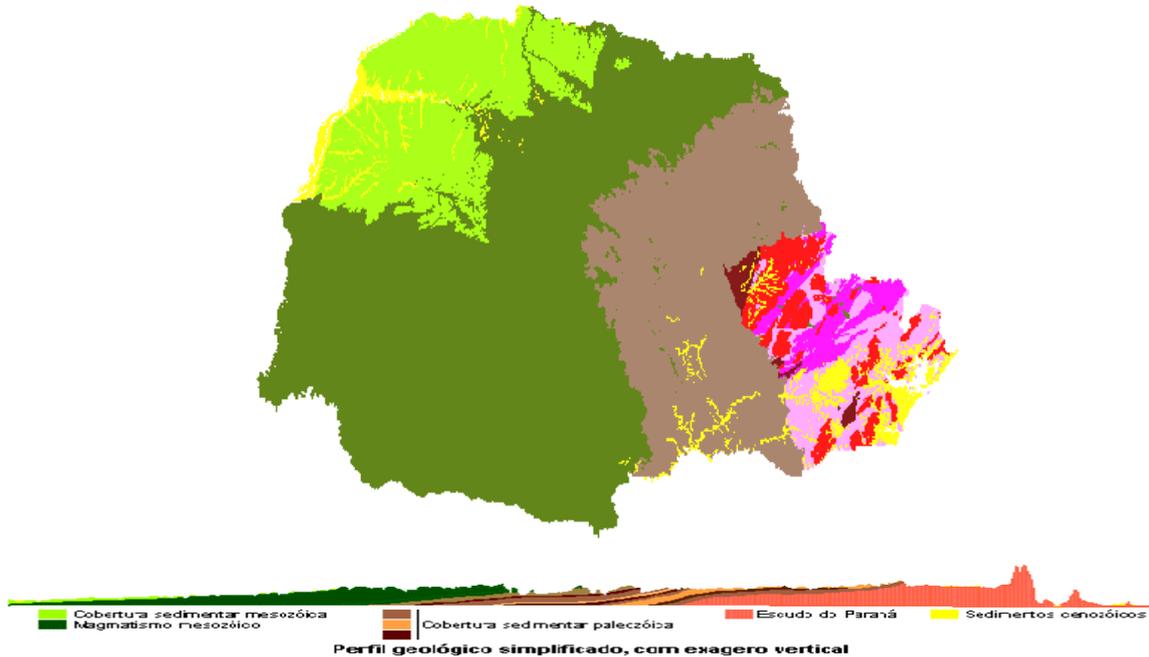


Figura: 4 – Perfil Geológico do Paraná

Fonte: www.mineropar.com.br

O Grupo São Bento, em destaque na figura 4, cobre mais da metade do território paranaense (53%), constituído pelo derrame basáltico da Serra Geral, originados de um gigantesco evento de vulcanismo fissural ocorrido no Mesozóico. Os basaltos deram origem aos solos de excelente qualidade do oeste do Paraná (MINEROPAR-2008).

2.5.2 Ocorrência de Rochas Potenciais em Foz do Iguaçu- PR

No município de Foz do Iguaçu, existe a ocorrência de duas mineradoras exploratória de basalto, uma localizada na região sul da cidade e uma na região oeste, ambas constituídas de rochas basálticas de derrames vulcânicos.

A Figura 5 mostra imagem aérea da jazida de basalto onde é feita a extração de pedra brita e o coproduto denominado pó de basalto.

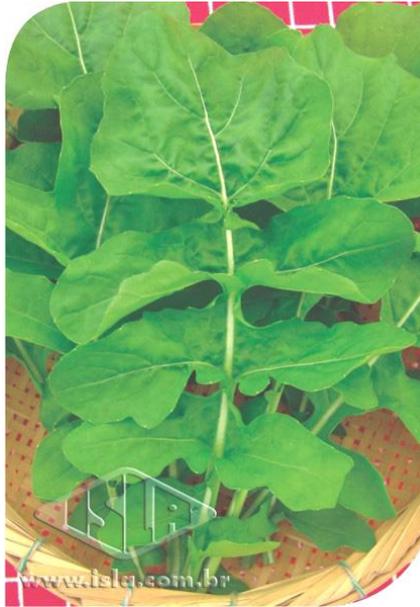


Figura 5: Vista panorâmica da mineradora de Foz do Iguaçu-PR
Fonte: [www.google](http://www.google.com) earth, 2011

2.6 A CULTURA DA RÚCULA.

O cultivo da rúcula (*Eruca sativa* L.) é muito difundida no Brasil, principalmente nas regiões colonizadas por italianos. Originária do Mediterrâneo, rica em potássio, enxofre e vitaminas A e C, de sabor picante e agradável. (TRANI e Passos, 1998).

A Figura 6 são imagens representativas da cultura em questão, a Rúcula (*Eruca sativa* L.) em estágio de corte.



Figuras 6: Imagens representativas de rúcula (*Eruca sativa* L.)
Fonte: www.isla.com.br

A rúcula é uma Brassicaceae, folhosa também conhecida como mostarda persa ou pinhão. Consumida principalmente crua em saladas, tem um ciclo curto, de aproximadamente 30 a 35 dias, além de apresentar características anti-inflamatórias e desintoxicantes para o organismo humano (FURLANI, 1998).

A semente de rúcula, embora bastante pequena, tem um alto grau de germinação, visto sua origem e adaptação climática torna-se característica de uma planta invasora, podendo esta, sobreviver a variações de temperatura e baixa nutrição de solo por vários dias antes e após germinada (DANTAS, 2010).

Nos últimos anos o cultivo da rúcula apresenta um elevado índice de crescimento de plantio em área e em consumo, principalmente nos grandes centros habitacionais. Muito conhecida no Sul e Sudeste, apreciada por descendentes Italianos e Espanhóis, muito próximo ao coentro e alface que são amplamente cultivados na região. No Brasil são escassas as literaturas sobre adubações em rúcula, o que faz os produtores seguirem orientações da cultura da alface (KATAYAMA, 1993).

Muito comum hoje a prática de se obter mudas de rúcula e não mais plantio convencional de sementes diretamente no canteiro, pelo mesmo motivo que diversas culturas utilizam dessa técnica, como a alface. No berço, ou bandeja de mudas, as sementes estão sob condições muito favoráveis a seu desenvolvimento,

principalmente facilitada pela presença de substratos agrícolas que conferem um legítimo berço para a semente germinar e prosperar (RODRIGUES,1994; SILVEIRA *et al.*, 2002).

2.7 O PEQUENO PRODUTOR AGRICOLA

Braz Albertini (2012), Presidente da Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado de São Paulo, afirma que devemos esquecer a imagem do Jeca Tatu, o agricultor de pés descalços criado por Monteiro Lobato e imortalizado nas telas por Mazaropi. O pequeno agricultor de hoje precisa buscar novas tecnologias e aumento de produtividade. A falta de tecnologia é o que dificulta o pequeno agricultor e incha as grandes cidades.

É cada vez maior o número de pessoas que estão buscando uma alimentação saudável, na tentativa de resgatar um tempo que ainda era possível ter à mesa alimentos frescos, de boa qualidade e livre de agrotóxicos. Atualmente, os alimentos recebem tantos produtos tóxicos e passam por uma série de processos de transformação até chegar ao consumidor que acabam provocando uma mudança de hábitos alimentares e um distanciamento entre o agricultor e o consumidor (DAROLT,2002.p.210).

Os sistemas orgânicos de produção podem apresentar eficiência técnica em produtividade e qualidade comercial dos produtos; contudo, se não for realizado um manejo adequado desses sistemas, podem eles apresentar elevado custo, comprometendo a rentabilidade e, portanto, ser economicamente ineficientes. Por outro lado, o aproveitamento e a reciclagem de resíduos locais e a não dependência dos insumos sintéticos externos à propriedade podem auxiliar significativamente na redução de custos (SOUZA,1998.P.145).

No Paraná, a agricultura orgânica é desenvolvida predominantemente em pequenas propriedades e de caráter familiar. No âmbito nacional, o Estado se destaca em número de produtores, com 5.300 agricultores. Esta característica se deve ao grande número de assentamentos rurais, reservas indígenas e

comunidades quilombolas, que seguem preceitos da agroecologia (JUSBRASIL, 2012).

2.8 DADOS SOCIOECONÔMICOS DA AGRICULTURA EM FOZ DO IGUAÇU

No município de Foz do Iguaçu, a grande maioria das propriedades agrícolas são de pequenos produtores responsáveis por 40% da produção agrícola do município. As principais culturas e atividades agrícolas na região é a soja, milho, trigo, mandioca, fruticultura, produção de leite e pequenos animais e aves respectivamente (PMFI,2012).

A área rural do município tem quase que a totalidade das propriedades rurais cadastradas na Nota de Produtor Rural, esse dado mostra que as propriedades geram renda e que gradativamente tem aumentado demonstrado na Tabela 4 e Tabela 5.

Tabela 4 – Área rural do município de Foz do Iguaçu em ha.

Área rural do município de Foz do Iguaçu	
Área Mecanizada no Município	14.221 há
Área não mecanizada	80 há
Área Inaproveitável	1.374 há
Nº de propriedades no Município	1.046 pessoas
Nº de produtores cadastrados na Nota Fiscal de Produtor	1.090 pessoas
Nº de pessoas que vivem e trabalham na área rural	2.884 pessoas

Fonte: Secretaria Municipal da Agricultura de Foz do Iguaçu – Dados Referente a 2009.

Tabela 5 – Evolução do valor bruto (R\$) da produção agropecuária no município de Foz do Iguaçu

Safra	Valor Bruto (R\$)
2004/2005	26.276.200,68
2005/2006	29.873.805,95
2006/2007	44.822.939,84
2007/2008	49.077.756,15
2009	60.000.000,00

Fonte: Secretaria Municipal da Agricultura de Foz do Iguaçu – Dados Referente a 2009.

A Tabela 6 apresenta as principais culturas instaladas na área agrícola no período de verão. Percebe-se que grande parte da área é destinada as macros culturas, mas significativa a área destinada a horticulturas e fruticultura.

Tabela 6 – Principais culturas de verão plantadas no município de Foz do Iguaçu

Principais culturas de verão plantadas no Município	Área (há)
Alface	32
Banana	43
Cana de açúcar	65
Gramma para jardinagem	560
Mandioca	525
Milho	1.000
Soja	8.650

Fonte: Secretaria Municipal da Agricultura de Foz do Iguaçu – Dados Referente a 2009.

A Tabela 7 retrata as principais culturas utilizadas no período de inverno na região. Da mesma forma que o verão, as macro culturas dominam a área.

Tabela 7 – Principais culturas de inverno plantadas no município de Foz do Iguaçu

Principais culturas de inverno plantadas no Município	Área (há)
Aveia	200
Milho	6.800
Trigo	1.927
Triticale	300

Fonte: Secretaria Municipal da Agricultura de Foz do Iguaçu – Dados Referente a 2009.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O experimento foi conduzido em estufa modelo arco, localizada na área experimental da União Dinâmica de Faculdades Cataratas (UDC), na cidade de Foz do Iguaçu, localizada geograficamente a $25^{\circ} 32'55''$ de latitude sul e $54^{\circ} 35'17''$ de longitude oeste, com altitude média de 173 metros, no extremo oeste do Estado do Paraná (PMFI, 2011).

O clima de Foz do Iguaçu é temperado subtropical úmido, com verões quentes, geadas pouco frequentes e chuvas em todos os meses do ano, com uma precipitação média anual de 1.798,92 mm e umidade relativa do ar com uma média anual de 73,92%. Temperatura média anual 32°C com mínima de 0°C no mês de junho (SIMEPAR, 2012).

A Figura 7 apresenta o mapa climático do mês de outubro, correspondendo as chuvas médias no município de Foz do Iguaçu.

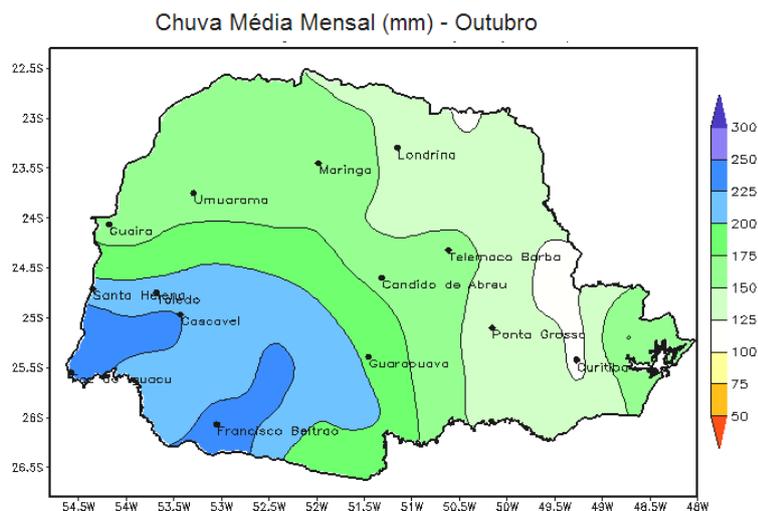


Figura 7 : Mapa da média mensal de chuvas no mês de outubro.

Fonte: SIMEPAR (2012)

A Figura 8 apresenta as médias da temperatura mínima e máxima para o mês de outubro no município de Foz do Iguaçu segundo a SIMEPAR (2012).

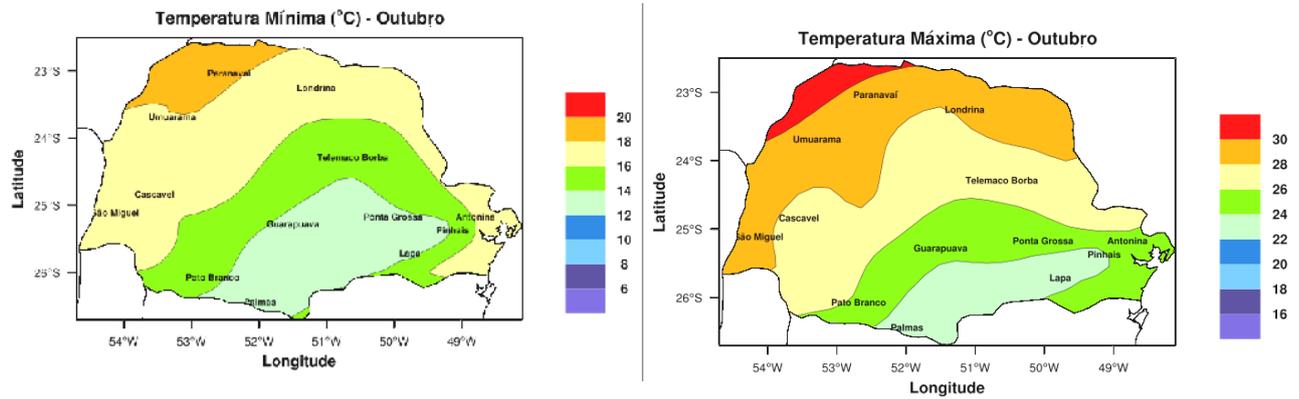


Figura 8: Mapa da temperatura média mínima e máxima para o mês de outubro no município de Foz do Iguaçu/PR.

Fonte: SIMEPAR (2012).

O solo predominante na cidade de Foz do Iguaçu é argiloso, de origem eruptiva, profundos e ricos em matéria orgânica (PMFI, 2011).

Foz do Iguaçu tem uma população de acordo com o IBGE 2010 estimada de 256.088 pessoas.

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.2.1 Preparação dos Tratamentos

Na Tabela 8 estão descritos os diferentes tratamentos utilizados para esse estudo.

Tabela 8 – Tratamentos utilizados para adubação de *Eruca sativa* L.

Simbologia	Tratamentos
Tratamento A	2,5 Kg de pó de basalto/m ²
Tratamento B	5,0 Kg de pó de basalto/m ²
Tratamento C	2,5 Kg de pó de basalto/m ² + 2,5 kg de cama de aves/m ²
Tratamento D	2,5 kg de cama de aves/m ²
Tratamento E	Organomineral N-06,P-06,K-06
Tratamento F	Testemunha

O tratamento C (2,5 kg de pó de rocha + 2,5 kg de cama de aves) esteve pré-compostado por 60 dias antes da implantação do experimento na empresa Agropasso Indústria de Fertilizantes Ltda.

A compostagem foi realizada a céu aberto, de forma aeróbica com uma pilha de aproximadamente 1 m³.

O revolvimento foi realizado a cada 15 dias e a umidade mantida a níveis de semi-compactação. Pelo pequeno volume de compostagem processada, o monitoramento de temperatura e calor foi feito manual, sem equipamentos específicos.

O pó de rocha basáltica foi obtido da pedreira Brita Foz, no equipamento denominado Tornado, considerado subproduto da britagem.

A cama de aviário teve procedência dos estoques da empresa Agropasso, sem presença de maravalhas ou penas.

O organomineral N-06, P-06, K-06 trata-se de um condicionante comercial, sendo produzido pela empresa Agropasso e utiliza em sua composição os seguintes materiais: NP (N-13,P-34,K-00) 200 kg, Sulfato de amônia (21% N) 90 kg, Cloreto de Potássio (60% K) 80 kg e cama de aviário processada (N-03, P-2,8, K-1,9, média do lote) 630 kg. Total de produto para 1 tonelada.

Na Figura 9, pode-se observar a imagem do pó de basalto (a) obtido no processo de britagem utilizado como tratamento, cama de aves em processo de compostagem (b) e o mix de cama de aves com pó de brita compostados a 60 dias (c), também utilizado como tratamento.



a)

b)

c)

Figura 9 – Imagem de pó de basalto (a); cama de aves em compostagem (b); mix de pó de rocha com cama de aves em compostagem por 60 dias (c).

Fonte: BRITAFUZ E AGROPASSO – Foz do Iguaçu– PR

O mix do composto foi previamente passado em peneira de malha 6 mm, posteriormente, os componentes foram misturados nas porcentagens determinadas e homogeneizados manualmente.

Os demais tratamentos em estudo foram incorporados ao substrato uma semana antes do dia do plantio.

3.2.2 Semeadura

Para o plantio foram utilizados vasos de 5 L que receberam além dos substratos preparados mais 10 sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). A semeadura foi manual colocando as sementes a uma profundidade de 5 cm (Figura 10).



Figura 10. Vasos recebendo as sementes de *Eruca sativa* L.

Os vasos foram dispostos na casa de vegetação da UDC como na Figura 11. Desta forma, o experimento foi realizado com delineamento inteiramente ao acaso (DIC) com 6 tratamentos e 4 repetições, totalizando 24 parcelas.

Os vasos receberam plantio e desbaste para que somente 5 (cinco) plantas por vaso da variedade rúcula cultivada permanecessem de acordo com recomendação indicada para plantio de março a outubro.

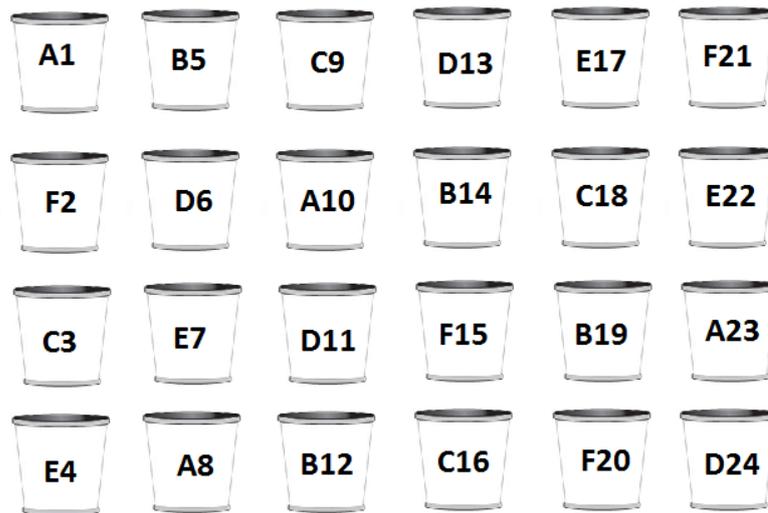


FIGURA 11 - Demonstrativa do Stand de vasos instalados no experimento

Nos primeiros dias foi utilizado regador manual para irrigação dos vasos, posteriormente o sistema de irrigação foi por aspersão já existente na casa de vegetação com irrigações diárias, não sendo considerada nesse experimento uma variável.



Figura 12 – Irrigação inicial manual

3.2.3 Análise das Variáveis

Foi desenvolvido um ciclo de 25 dias para a cultura, e verificado as seguintes variáveis: altura de planta, comprimento de raiz, largura da folha, comprimento da folha, número de folhas, peso matéria fresca e peso matéria seca planta inteira.

No laboratório as plantas foram lavadas para remoção do substrato aderido a raiz e secas ao ambiente, medidas com régua milimétrica (Figura 13), e pesadas em balança de precisão, após foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por aproximadamente 48 horas, até atingirem peso constante, para a determinação da massa seca.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Software assistat para Windows, versão 7.5 beta (SILVA e AZEVEDO, 2006), sendo as médias analisadas pelo teste de Scott-Knott.



Figura 13 : Medições realizadas no laboratório

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho, em nenhum dos casos houve interferência na germinação das plantas que ocorreram dentre o 4º e o 6º dia após o plantio, o que comprova estudo realizado por Dantas (2010) no seu trabalho sobre vigor de sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.) e desempenho das plantas em campo, visto que nesses primeiros dias a planta tem reserva suficiente para início de desenvolvimento e não apresenta sistema radicular suficiente para absorção de nutrientes na posição instalada dentro do vaso que foi de 5 cm de profundidade. Tal fato pode ser atribuído pelo alto poder de retenção de água e alta porosidade presente nos substratos, também pode ser atribuído o fato de não haver resistência na germinação.

Rodrigues (1994) afirma que mudas de tomateiro se desenvolveram melhores em substratos que apresentaram alto índice de porosidade e retenção de umidade. Da mesma forma, Silveira et al. (2002), estudando o desenvolvimento de tomates em diversos tipos de substratos comerciais e alternativo, destacam melhor desempenho os comerciais pela maior disponibilidade de retenção de água, aeração e nutrição.

De acordo com o teste F, verificou-se diferença significativa entre os tratamentos testados, com exceção para a variável comprimento de raiz (Tabela 9).

Tabela 9 – Resultado Análise estatística pelo método de Scott-Knott.

Tratamentos	Altura de planta	Tamanho de raiz	Altura folha	Largura folha	Número folhas
A	7.27 d	6.42 b	3.57 c	1.97 c	3.15 b
B	6.47 d	6.05 b	3.15 c	1.65 c	2.82 b
C	14.25 a	9.70 a	8.0 a	3.75 a	4.77 a
D	10.12 c	6.70 b	6.15 b	2.70 b	3.72 b
E	11.67 b	7.0 b	6.80 b	3.19 b	4.92 a
F	6.8 d	6.15 b	3.50 c	1.60 c	2.57 b
Fcalc	165.79 **	2.32 ns	52.15**	26.04**	9.55 **
C.V.	5.16%	25.62%	10.93%	13.91%	17.63%

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

O resultados obtidos pelo teste de Scott-Knott demonstram que os tratamentos A, B, e F não apresentaram diferenças significativas quanto a altura de planta inteira, mesmo havendo a presença do pó de rocha que segundo Malamed

(2007), é rico em minerais favoráveis para o desenvolvimento vegetal, não estavam assimiláveis pela planta por ter um lenta disponibilidade de nutrientes.

Os tratamentos D e E, que não receberam o pó de rocha tiveram resultados superiores aos tratamentos A, B e f, mas vale ressaltar que o tratamento D, recebeu dose de cama de aves, rico em nitrogênio, fundamental para o desenvolvimento foliar, já o tratamento E, o substrato recebeu material rico em nutrientes e minerais no entanto trata-se de material comercial.

Dentre os tratamentos o que obteve melhores resultados quanto ao tamanho de planta foi o tratamento C que possuía em sua composição além do pó de rocha, mais a cama de frango, esse fato onde apresenta melhores resultados pode ser explicado devido a compostagem ser o resultado da decomposição microbiológica da matéria orgânica, originando nutrientes na forma de húmus e matéria inorgânica prontamente disponível as plantas segundo Valente *et al* (2009).

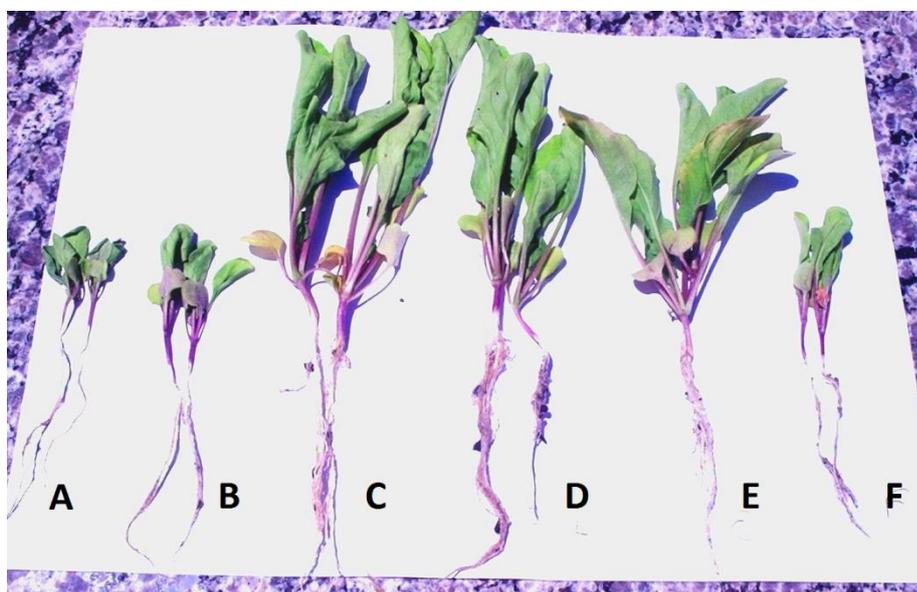


Figura 14: Imagem de representantes dos tratamentos

Não foi apresentada nenhuma diferença significativa no comprimento das raízes nos tratamentos A, B, e F contudo os tratamentos C, D e E apresentaram melhor desempenho radicular, atribuindo a presença de nutrientes assimiláveis no substrato.

A baixa concentração de Fósforo nos tratamentos A, B e F é a possível resposta, Otoni e Ae (1996) já comprovaram em seus experimentos a interferência positiva do Fósforo no desenvolvimento radicular.

Quanto a variável altura de folhas, largura, o tratamento C apresentou resultado superior aos demais, a 5% de probabilidade. Os tratamentos D e E tiveram resultados satisfatórios e semelhantes entre si. Nestes tratamentos a maior presença de Nitrogênio pode ser o responsável pelo melhor resultado de crescimento foliar. Nabinger (1997) demonstrou em seu trabalho que a falta deste reduz o desenvolvimento foliar, o que pode ter ocorrido aos tratamentos A, B e F, que novamente obtiveram resultados inferiores quanto a essas características.

Na Figura 15, imagem clara do desenvolvimento superior do tratamento C perante os demais.

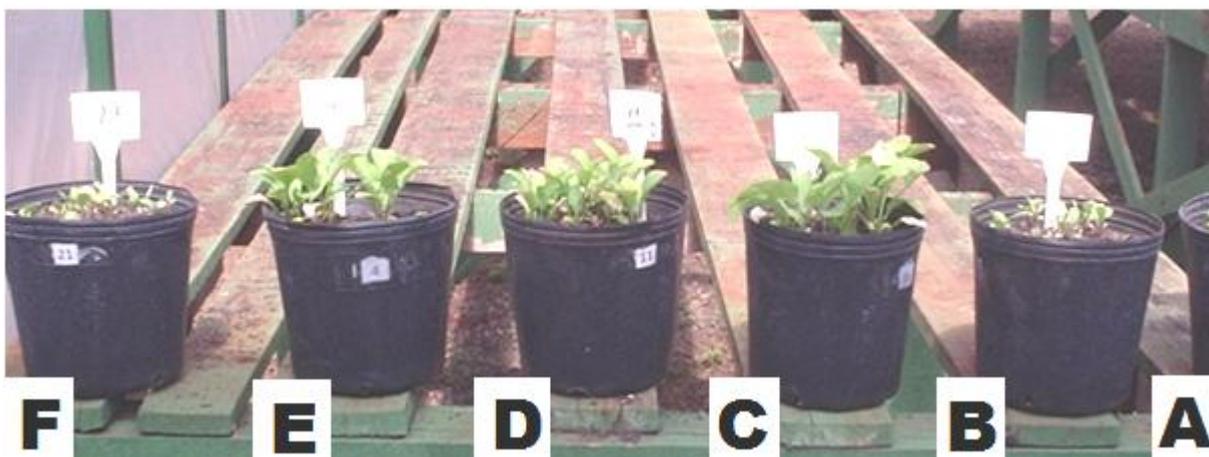


Figura 15: Cultura da rúcula aos 25 dias

Quanto a variável número de folhas, os tratamentos C e E, obtiveram resultados superiores aos demais, tendo em média mais de 4 folhas por planta. Já os demais tratamentos não demonstraram diferenças significativas entre si, havendo menos de 4 folhas por planta.

O pó de rocha apresenta muitos minerais essenciais para o desenvolvimento vegetal (MALAMED, 2007), mas sabe-se que esse material necessita um período longo para mineralização, motivo provável do baixo desempenho dos tratamentos A e B, sem diferença significativa com a testemunha. Almeida e Silva (2007) apresentavam a ineficiência do uso de pó de rochas caso não se utilize um sistema que estimulem a microbiota do solo, tampouco como uma prática de substituição do insumo químico de curto prazo.

Sendo assim, pôde-se observar melhor desenvolvimento do tratamento C, devido a esse ter o pó de rocha e micro-organismos na cama de aviário que possibilitaram a solubilização desses elementos para o substrato onde estavam as

plantas de rúcula. Camargo (2010), já apresentava a eficiência da presença de materiais orgânicos no aceleração da solubilidade dos inorgânicos, bem como Rosa (2007) também apresenta o uso de micro-organismos na biossolubilidade do pó de rocha. Malavolta, (1980), em suas pesquisas apresentava a interação dos ácidos orgânicos como contribuintes expressivos na solubilização dos minerais.

Contudo, o uso contínuo do pó de basalto puro ou juntamente com cama de aves ou outro esterco, associado ou não a outros fertilizantes prontamente solúveis, corresponde a um investimento de baixo valor por parte do agricultor e com altíssima possibilidade de melhoria de produtividade, qualidade de produto e solo.

Economicamente tem-se um valor de aproximadamente de R\$ 165,00 a tonelada de um mix com 50% de pó de rocha e 50% de cama de aves, presente no tratamento C. Em comparativo ao preço de um fertilizante comercial (04-14-08), o valor corresponde a pouco mais de 17% do valor do fertilizante. Theodoro e Leonardos (2006) já afirmavam a vantajosa prática da rochagem para diversas culturas, bem como Almeida (1982) descreve que o uso torna-se economicamente sustentável para o manejo ecológico do solo.

Na determinação da massa fresca e massa seca do material, teve como objetivo a verificação da exportação de nutrientes presentes no substrato para a cultura em gramas.

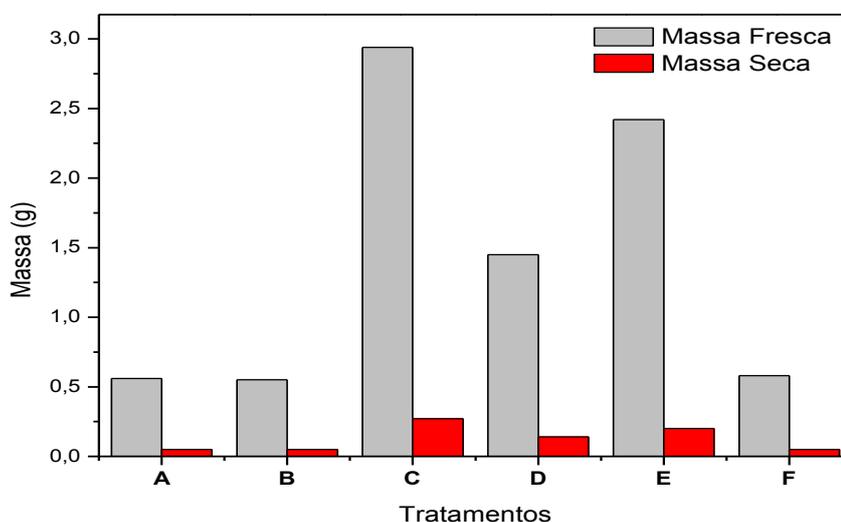


Figura 16. : Imagem de gráfico com a média por planta de massa fresca e seca dos diferentes tratamentos na adubação de rúcula.

De acordo com Figura 16 e a Tabela 10 os tratamentos tiveram o seguinte percentual de matéria seca: A- 9,40%, B- 10,03%, C- 9.38%, D- 9.60%, E- 8.26% e F- 9.09.

A Tabela 10 apresenta as leituras dos pesos das amostras dos tratamentos in natura e seca.

Tabela 10: Leitura das medidas de peso matéria bruta e seca a 60° por 48 horas

Tratamento	Peso matéria in natura	Peso matéria seca	Percentual residual
A	1,70 g	0,16 g	9,40 %
B	1,65 g	0,17 g	10,03 %
C	8,84 g	0,83 g	9,38 %
D	4,35 g	0,42 g	9,60 %
E	7,26 g	0,60 g	8,26 %
F	1,76 g	0,16 g	9,09 %

Fonte: BRUGNERA (2012)

Os números apresentados podem ser resultados da exportação de minerais presentes no pó de rocha, cujos não fazem parte do processo biológico de crescimento e expansão das células como a sílica, visto que a sílica é o elemento em maior presença no pó de rocha, onde o tratamento B tinha maior concentração. Esta constatação só poderá ser afirmada se for efetuado análise foliar da mesma.

No tratamento C, embora tenha um maior desenvolvimento foliar, sua porcentagem ficou abaixo do tratamento B. A possível resposta seja que a cultura estava com índices de Nitrogênio bastante superior, mas pelo processo de secagem a mais de 65°, esse elemento tenha volatizado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste experimento o tratamento C composto por mix de cama de aves e pó de rocha mostrou-se com resultados quanto ao desenvolvimento muito superior em todos os quesitos analisados, sendo eles: altura de planta, tamanho de raiz, comprimento e largura de folha, número de folhas e estudo da massa seca e fresca das plantas de rúcula submetidas aos diferentes tratamentos.

Acredita-se que com o uso contínuo de pó de rocha, associado aos fertilizantes utilizados para o cultivo da cultura específica pode apresentar melhoras consideráveis na qualidade e na redução do custo da lavoura, mas um estudo mais aprofundado e novos testes em culturas de ciclo mais longo será necessário.

Diante dos resultados e sabendo que o pó de rocha e a cama de aviário tratam-se de coprodutos disponíveis em larga escala e que não sofreram nenhum tratamento prévio, verificou-se a alta aplicabilidade desse material como adubo de rúcula, sendo uma alternativa viável para diminuição dos impactos ambientais, por se tratar de um coproduto e desta forma constitui-se um material natural e sustentável.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROPASSO – IND. FERTILIZANTES LTDA – **Banco de Dados** – Disponível em <[HTTP://www.agropasso.com.br/cotacao](http://www.agropasso.com.br/cotacao)>. Acesso em 14/09/2012.

ALMEIDA, D.L.; MAZUR, N.P.; PEREIRA, N.C. **Efeitos de composto de resíduos urbanos em cultura do pimentão no município de Teresópolis-RJ**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 22, Resumos. Vitória: SOB/SEAG-ES, 1982 p. 322.

ALMEIDA, E.; SILVA, F. J. P.; RALISCH, R. **Revitalização dos solos em processo de transição agroecológica no sul do Brasil**. Revista Agricultura, Rio de Janeiro. V. 4, n. 1, p. 7, 10, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de normas 04:015.06-007: semeadora - semeadora-adubadora – ensaios de campo – método de ensaio**. São Paulo, ABNT 1995. 12p.

BARRETO, M. L. **Mineração e desenvolvimento sustentável: desafios para o Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001. 215p

BASSAN, C.F.D. **Interações de alguns ácidos orgânicos com minerais e um latossolo vermelho**. Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutora em Agronomia – Área de Concentração de Energia na Agricultura, 2004 – Botucatu-SP.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; PASSOS, E. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1996, v.2.

BRADY, N.C. **Natureza e propriedades do solo**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1979. 647p.

Braz Albertini (2012), <http://www.portaldoagronegocio.com.br/entrevista.php?id=113>, acessado em 08/09/2012.

CAMARGO, C. K., **Produtividade, Caracterização física-química e dinâmica de nutrientes no morangueiro cultivado sob doses de esterco bovino e pó de basalto**. Dissertação. Universidade Estadual do Centro-Oeste. Guarapuava, p 19-20, 2010

COSTA, F.S.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V. & WOBETO, C. **Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional**. R. Bras. Ci. Solo, 27:527-535, 2003.

D'ANDREA, P. A.; **Rochagem no Brasil: Regulamentação**. [HTTP://www.agrolibertas.com/wp-content/uploads/2011/08/0ROCHAGEM-NO-BRASIL2.pdf](http://www.agrolibertas.com/wp-content/uploads/2011/08/0ROCHAGEM-NO-BRASIL2.pdf). Acessado em 15/03/2012.

DALLA RIVA, R., **Efeitos das propriedades físicas dos grãos da fração areia de solos arenosos e de agentes de cimentação no comportamento de sistemas empacotados**. Tese apresentada a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em engenharia civil, para obtenção do título de Doctor Scientiae. 2010.

DANIEL RAMOS SILVEIRA, Disponível em <http://danielrsilveira.blogspot.com.br/2010/04/formacao-do-solo.html>. Acessado em 22/03/2012.

DANTAS M. R. da SILVA., **Vigor de sementes de rúcula (Eruca sativa L.) e desempenho das plantas em campo**. Dissertação para obtenção de título de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró, 2010.

DAROLT, Moacir Roberto. **Agricultura Orgânica: inventado o futuro**. Londrina: IAPAR, 2002

DAYANANDAM, P.; KAUFMAN, P.B.; FRANKIN, C. I. **Detection of silica in plants**. American Journal Botany, Madson, v.70, p.1079-1084, 1983.

EMATER/RS. **Pó de basalto usado como fertilizante surpreende produtores de mudas no Vale do Caí**. Disponível em: <http://www.estado.rs.gov.br/noticias.htm>. Acesso em: 3 mar. 2009.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p. 397, 2ª edição, 2009.

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. http://www.cetem.gov.br/agrominerais/noticias/2009/09_05_30_not_epagri.pdf

FANNING *et al.* 1989. **Rochas silicáticas portadoras de potássio como fontes de nutrientes para as planta**. (1)Luciano da Silva Ribeiro(2), Anacleto Ranulfo dos Santos(3), Luiz Francisco da Silva Souza(4)& Jamile Santana Souza(5) (1). Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor. Recebido para publicação em julho de 2007 e aprovado em março de 2010

FAO. 1995. **World agriculture: towards 2010**, by N. Alexandratos. ed. New York. John Wiley & Sons.

GOOGLE. Softwer Google Earth. Versão 4.2 (beta). Disponível em <http://earth.google.com/intl/pt/>. Acesso em: 04 de abril de 2012.

HADADD, C. M. **Efeito do enxofre aplicado na forma de gesso sobre a produção e qualidade do capim colômbio (Panicum maximum)**. Piracicaba, 1983. 115 p. **Tese (Doutorado)**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo.

HILLEL, D. **Environmental soil physics**. San Diego, Academic Press, 1998. 771p.

JUSBRASIL. **Bases de dados**. Disponível em:

<<http://www.jusbrasil.com.br/politica/1588384>. Acessado em 09 de set. 2012

KATAYAMA MT. 1993. **Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão**. In: **Anais do Simpósio sobre Nutrição e Adubação de Hortaliças. Jaboticabal. Nutrição e a adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafos, p.141-146

KAVALERIDZE, W. C. **Nossos solos: formação, vida dinâmica, tratamento e conservação**. 2. ed. Curitiba, 1978. 168 p

KHATOUNIAN, C.C. **A reconstrução ecológica da agricultura**, Botucatu: Agroecológica, 2001.

KNAPIK, J. G. **Utilização do pó de basalto como alternativa à adubação convencional na produção de mudas de Mimosa scabrella Benth e Prunus sellowii Koehne**. 2005. 163 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

KNAPIK, J. G.; **Pó de Basalto e esterco de eqüinos na produção de mudas de Prunus sellowii(ROSACEAE)**. UFPR- Revista Floresta, 2007.

KORNDORF, H., SERON, H.P., NOLLA, A., **Boletín Técnico 02**, GPSi-ICIAG_UFU, Uberlândia, 2004

KROLOW, R. H.; MISTURA, C.; COELHO, R. W.; SIEWERDT, L.; ZONTA, E. P. **Efeito do Fósforo e do Potássio sobre o desenvolvimento e a Nodulação de Três Leguminosas Anuais de Estação Fria**. Revista Brasil. Zotec., v.33, n.6, p.2224-2230, 2004 (Supl. 3).

LEGISLAÇÃO BRASILEIRA DE FERTILIZANTES. **Decreto-Lei 4.954 de Janeiro de 2004**.

LEPSCH, I.F. **Formação e concervação dos solos**. Oficina de Textos, São Paulo, 2002. 178p.

LUCHESI, E. B.; FAVERO, L. O. B.; LENIZ, E.; **Fundamentos da química do solo, teoria e prática**, 2º Edição, Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2002. 182p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição mineral de Plantas**. Piracicaba: Ceres, 1980. 215p.

MAPA, 2004. Ministério da Agricultura – **Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004**. Inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London, Academic Press, 1995. 889p.

MARTINS, EDER DE SOUZA; THEODORO, SUZI HUFF. Congresso Brasileiro de Rochagem (1. : 2010 : Brasília, DF) **Anais... / Congresso Brasileiro de Rochagem**; Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2010. 322 p. Data do Evento: 21 a 24 de setembro de 2009. ISBN: 978-85-7075-054-9
http://www.cpac.embrapa.br/publico/usuarios/uploads/fotos_juliana/Anais%20%20Congresso%20Brasileiro%20de%20Rochagem.PDF. Acessado em: 15/09/2011.

MELAMED, R.; GASPAR, J.C.; MIEKELEY, N. **Pó-de-rocha como fertilizante alternativo para sistemas de produção sustentável em solos tropicais**. Rio de Janeiro, 2007 (Série estudos e documentos, 72) Disponível em:
HTTP://www.cetem.gov.br/serie_sed.htm. Acessado em 15/09/2011.

MELLO, Andrieli Rimoldi. **Quantificação do carbono orgânico presente nas frações de matéria orgânica dissolvida e sólida proveniente de diferentes resíduos e solo**. Artigo- SICITE XVII Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR – Francisco Beltrão- PR, 2009.

MINEROPAR. **Serviço Geológico do Paraná**.
<http://www.mineropar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=9>.
Acessado em 15/08/2012.

MME – Ministério de Minas e Energia - Plano Nacional de mineração 2030.
Disponível em:
http://www.mme.gov.br/mme/menu/plano_de_mineracao_2030/plano_nacional_2030.html. Acessado em 29/10/2012

MORAES, J.M.; SCHULER, A.E.; GUANDIQUE, M.E.G.; MILDE, L.C.; GROppo, J.D.; MARTINELLI, A.L.; VICTORIA, R.L. **Propriedades físicas dos solos na parametrização de um modelo hidrológico**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v.8, n.1, p.61-70, 2003.

NABINGER, C. **Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragens**. IN. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 14., Piracicaba, 1997 . **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1997. P. 213-251.

NEVES, C.M.N.N.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; CARDOSO, E.L.; MACEDO, R.L.G.; FERREIRA, M.M. & SOUZA, F.S. **Atributos indicadores da qualidade do solo em sistema agrossilvopastoril no noroeste do Estado de Minas Gerais**. Sci. For., 74:45-53, 2007.

OLIVEIRA, L.I.T. **Potencial de produção e qualidade da forragem do campo natural de Planossolo, visando a produção de feno, sob diferentes doses e fracionamento do nitrogênio**. Pelotas: UFP, 1995. 120p. (Dissertação).

OTANI, T.; AE, N. **Sensitivity of phosphorus uptake to changes in root length and soil volume**. *Agronomy Journal*, v.88, n.3, p. 371-375, 1996,

PENTEADO, S.R. **Defensivos alternativos e naturais: para uma agricultura saudável**. Campinas, Sívio Roberto Penteado, 1999. 79 p.

PINHEIRO, S.; BARRETO, S. B. **Agricultura sustentável, trofobiose e biofertilizantes**. Porto Alegre: Junqueira Candiru. 1996. 276p.

PMFI – Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu- Pr,2012.

Disponível em:<<http://WWW.pmf.pr.gov.br>>.Acesso em 12 ago. 2012.

QUEIROZ, A.A. **Reação de fontes de silício em quatro solos de cerrado**. 2003. 39p. Monografia (Graduação em Agronomia)-Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.

RAMALHO SOBRINHO, R.; CORREIA, L.G.; SALGADO, J.R. **Olericultura no Brasil: área (ha) e produção (t) por cultura no ano de 1990**. In:CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 31., 1991, Belo Horizonte.

RESENDE, M.D.V. de 2002. **Genética Biométrica e estatística no melhoramento de plantas perene**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília. 975p.

ROSA, M.M. et al. **WORKSHOP DE GRUPO DE PESQUISA**, 3., 2007, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, v. 3, p. 2580, 2007

ROSS, L., NABABSING, P. and WongYou Cheong, Y. 1974. **Residual effect of calcium silicate applied to sugarcane soils**. In: International Cong. the Soc.Sugar Cane Technol. 15, Durban, Proc.,15(2):539-542

SANTOS, A. C.; AKIBA, F. **Biofertilizantes líquidos: uso correto na agricultura alternativa**. Seropédica: Imprensa Universitária/UFRRJ. 1996. 35p.

SANTOS, A.C.V. **A ação múltipla do biofertilizante líquido como ferti e fitoprotetor em lavouras comerciais**. In: HEIN, M. (org.) Resumos do 1º Encontro de Processos de Proteção de Plantas: controle ecológico de pragas e doenças. Botucatu, Agroecológica, 2001. p.91-96.

SANTOS, A.R. dos. **Diagnose nutricional e resposta do capim braquiária submetido a doses de enxofre e nitrogênio**. Piracicaba, 1997. 115 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo.

SANTOS, G.M.; OLIVEIRA, A.P.; SILVA, J.A.; ALVES, E.U.; COSTA, C.C. **Características e rendimento de vagem do feijão-vagem em função de fontes e doses de matéria orgânica**. Horticultura Brasileira, v.19, n.1, p. 30-35, mar. 2001.

SCHUMACHER, 1981: 100, apud ANDRIOLI A.I.2009.**O movimento agroecológico como espaço de educação**. Revista Espaço Acadêmico Nº 100, Setembro 2009, Ano IX.

SILVEIRA EB; RODRIGUES VJLB; GOMES AMA; MARIANO RLR; MESQUITA JCP.2002. **Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro**. Horticultura Brasileira. p. 211-216

SOUTO, J.S., OLIVEIRA, F.T., GOMES, M.M., NASCIMENTO, J.P., SOUTO, S.P. **Efeito da aplicação de fósforo no desenvolvimento de feijão guandu**(*Cajanus cajan* (L) Millsp). Revista Verde v.4, n.1p.135-140. Mossoró,2009.

SOUZA, Jacimar Luís de. **AGRICULTURA ORGÂNICA - Tecnologia para a produção de alimentos saudáveis**. Vitória, ES: EMCAPA, 1998.

THEODORO, S.H & LEONARDOS, O.H. **Sustainable farming with native rocks: the transition without revolution**. Academia Brasileira de Ciências. Anais. Rio de Janeiro- 206. V. 78, n.4, p. 721-730. -

TOLEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, S.M.B.; MELFI, A.J. **Intemperismo e formação do solo**. Decifrando a terra, São Paulo, 2000. 558p.

TRANI PE; PASSOS FA.,1998 Rúcula (pinhão). In: FAHL JL; CAMARGO MBP; PIZINATTO MA; BETTI JA; MELO AMT; DEMARIA IC; FURLANI AMC (eds). **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Campinas. IAC. P. 241 – 242. (IAC. Boletim,200).

VALENTE, B.S.; XAVIER E.G.; MANZKE, N.E.; MORSELLI, T.B.G.A. **Manual experimental: compostagem de resíduos sólidos da avicultura de corte**. Pelotas: UFPel. 68p. 2009.

VASCONCELOS, C.A.; SANTOS, H.L. dos; FRANÇA, G. E. **Adubação e calagem na cultura do sorgo**. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para o cultivo do sorgo**. 3. Ed. Sete Lagoas: EMBRAPA/CMPMS, 1988.p. 19-26.

VITTI, G. C., NOVAES N.J. **Adubação com enxofre**. In: SIMPÓSIO SOBRE ADUBAÇÃO E CALAGEM EM PASTAGEM, 1., Nova Odessa, 1985. **Anais**. Piracicaba. Associação Brasileira para pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. P. 191 – 231.