

ALBERTO FEIDEN

EFEITO DE DOSES CRESCENTES DE PÓ DE ROCHA BASALTICA  
SOBRE A ABSORÇÃO DE MACRO E MICRONUTRIENTES PELA  
CULTURA DO TRIGO

Dissertação apresentada ao  
Curso de Pós-Graduação em  
Agronomia - Área de Concentração  
Ciência do Solo - do  
Setor de Ciências Agrárias da  
Universidade Federal do Paraná,  
como requisito parcial à  
obtenção do grau de Mestre.

Curitiba

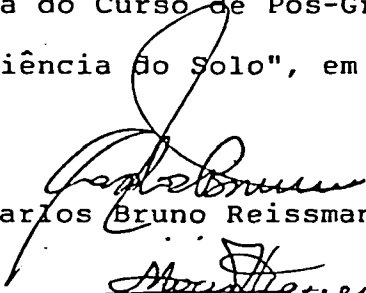
1991

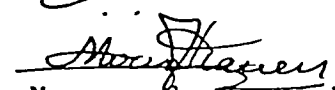


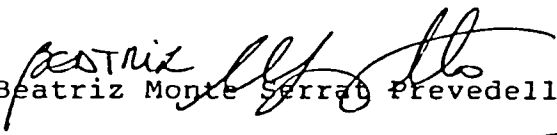
P A R E C E R

Os Membros da Comissão Examinadora, designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo candidato ALBERTO FEIDEN, com o título: "EFEITO DE DOSES CRESCENTES DE PÓ DE ROCHA BASÁLTICA SOBRE A ABSORÇÃO DE MACRO E MICRONUTRIENTES PELA CULTURA DO TRIGO", para obtenção do grau de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo" do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de parecer pela APROVAÇÃO da Dissertação, com o conceito " A ", completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de Mestre em Agronomia Área de Concentração "Ciência do Solo".

Secretaria do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", em Curitiba, 28 de fevereiro de 1991.

  
Prof. Dr. Carlos Bruno Reissmann, Presidente.

  
Engº Agrº M.Sc. Moacyr de Jesus Rauen, 1º Examinador.

  
Profª Drª Beatriz Monte Serrat Prevedello, 2º Examinador.

  
Prof. Dr. Celso Luiz Prevedello, Coordenador do Curso.



Em memória de JOSÉ OLEYNIK,  
colega e professor, inspirador  
e incentivador deste trabalho,  
insubstituível tanto na  
EMATER-PR, como na UFPR.

A minha filha ADRIANA, que me mostrou quanto sacrificio é necessario para aprender as coisas mais simples da vida, e a meus pais pelo apoio e incentivo, dedico este trabalho.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Carlos Bruno Reissmann, pela amizade, dedicação e orientação desde a definição do tema até ao texto final, e principalmente pelo apoio nas horas difíceis.

Ao falecido prof. José Oleynik, pelas discussões e incentivo nos momentos da definição do tema, elaboração do projeto e instalação do experimento inicial.

Aos profs. Beatriz Monte Serrat Prevedelo e Pedro Ronzelli Junior pela co-orientação.

A então ACARPA/EMATER-Pr, e à então SEAG, pela nossa indicação ao curso, pelo suporte financeiro concedido e pela ativação do convenio com a UFPr, respectivamente, que possibilitou a realização deste curso. A EMATER-PARANA pela publicação desta dissertação.

Ao CNPq pela bolsa de estudos concedida e à UFPR pelo suporte financeiro para execução do projeto de pesquisa.

Ao Partido dos Trabalhadores por permitir a utilização do período de liberação da lei eleitoral para realização das análises de laboratório e à Igreja Evangélica de Confissão Luterana no Brasil por permitir a liberação no período da redação do trabalho.

Aos demais professores do Curso de Pós Graduação em Agronomia e funcionários do Departamento de Solos do Setor de Ciências Agrarias da UFPr.

Aos colegas, pelas discussões, pelo auxílio e pela convivência agradável no período do curso.

Aos meus irmãos pelas inúmeras horas que dedicaram a este trabalho, mas principalmente pelo apoio e incentivo que nunca faltou nas horas mais difíceis.

Aos meus Pais, José Roberto e Margarida, graças aos quais tudo começou, pelo apoio, confiança e fé, durante toda a minha vida.

## BIOGRAFIA

ALBERTO FEIDEN, nasceu em 01 de julho de 1956, em General Rondon, município de Toledo, estado do Paraná, filho de JOSÉ ROBERTO e MARGARIDA FEIDEN, agricultores.

Realizou o curso primário na Escola Isolada Municipal João Pessoa, linha João Pessoa, Mal. Cdo. Rondon, o Curso Ginásial no Ginásio Estadual Marechal Cândido Rondon e o Curso Científico no Colégio do Instituto Vocacional e Assistencial Rui Barbosa, ambos em Marechal Cândido Rondon estado do Paraná.

Graduado em Engenharia Agrônômica pelo Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná em 1981, exerce desde então a função de Extensionista Agrícola, inicialmente na ACARPA/EMATER-PR e posteriormente na sucessora desta, EMATER-PR, tendo atuado em Nova Santa Rosa, Região Metropolitana de Curitiba, Mamborê, Ubiratã e atualmente em Toledo.

## SUMARIO

<b><u>INTRODUÇÃO</u></b> .....	1
<b><u>REVISÃO BIBLIOGRAFICA</u></b> .....	3
QUESTÕES GERAIS SOBRE BASALTO.....	3
REVISÃO HISTÓRICA.....	7
USO DO BASALTO EM SILVICULTURA.....	8
USO DO BASALTO NA AGRICULTURA.....	17
PESQUISA SOBRE BASALTO NO BRASIL.....	29
<b><u>MATERIAL E MÉTODOS</u></b> .....	31
CARACTERIZAÇÃO DO SOLO.....	31
CARACTERIZAÇÃO DO BASALTO.....	32
DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	33
ANALISES DO TECIDO VEGETAL.....	35
ANALISES DO SOLO.....	35
ANALISE ESTATÍSTICA.....	36
<b><u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u></b> .....	37
INTRODUÇÃO.....	37
RESULTADOS DE PRODUÇÃO.....	40
RESULTADOS DE ANALISE DO SOLO.....	49
MACRONUTRIENTES NA PLANTA.....	50
Nitrogênio na Planta.....	50
Fósforo na Planta.....	56
Potássio na Planta.....	59
Cálcio na Planta.....	63
Magnésio na Planta.....	66



Resumo Geral dos Macronutrientes.....	71
ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES NA PLANTA.....	75
Alumínio na Planta.....	75
Ferro na Planta.....	79
Manganês na Planta.....	82
Zinco na Planta.....	87
Cobre na Planta.....	90
Resumo do Al e Micronutrientes na Planta.....	94
<u>CONCLUSÕES E SUGESTÕES</u> .....	98
CONCLUSÕES.....	98
SUGESTÕES.....	100
<u>ANEXOS</u> .....	102
<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u> .....	164

## LISTA DE TABELAS

1	Teores Totais de Elementos no Basalto.....	39
2	Teores de Elementos "Disponíveis" no Basalto..	39
3	Resultados da Análise Petrográfica.....	39
4	Parâmetros de Planta.....	39
5	Resultados de Análise de Solo.....	46
6	Macronutrientes nos Grãos.....	46
7	Macronutrientes na Parte Aérea.....	46
8	Concentração de Macronutrientes nos Grãos.....	51
9	Concentração de Macronutrientes na Palha.....	51
10	Al e Micronutrientes nos Grãos.....	51
11	Al e Micronutrientes na Parte Aérea.....	76
12	Concentração de Al e Micronutrientes nos Grãos	76
13	Concentração de Al e Micronutrientes na Parte Aérea.....	76
14	Relação Fe/Mn no Solo.....	86

## LISTA DE FIGURAS

1	Altura Média de Plantas.....	42
2	Peso Seco das Espigas.....	42
3	Peso seco dos Grãos.....	43
4	Peso seco da Parte Aérea.....	43
5	pH do Solo.....	47
6	Peso do Nitrogênio nos Grãos de Trigo.....	52
7	Peso do Nitrogênio na Parte Aérea.....	52
8	Peso do Fósforo nos Grãos.....	57
9	Peso do Fósforo na Parte Aérea.....	57
10	Peso do Potássio nos Grãos.....	61
11	Peso do Potásio na Parte Aérea.....	61
12	Peso do Cálcio nos Grãos.....	64
13	Peso do Cálcio na Parte Aérea.....	64
14	Peso do Magnésio nos Grãos.....	67
15	Peso do Magnésio na Parte Aérea.....	67
16	Macronutrientes nos Grãos - Sem Adubo.....	72
17	Macronutrientes nos Grãos - Com Adubo.....	72
18	Macronutrientes na Parte Aérea - Sem Adubo....	73
19	Macronutrientes na Parte Aérea - Com Adubo....	73
20	Peso do Alumínio nos Grãos.....	77
21	Peso do Alumínio na Parte Aérea.....	77
22	Peso do Ferro nos Grãos.....	81
23	Peso do Ferro na Parte Aérea.....	81
24	Peso do Manganês nos Grãos.....	83
25	Peso do Manganês na Parte Aérea.....	83

26	Peso do Zinco nos Grãos.....	88
27	Peso do Zinco na Parte Aérea.....	88
28	Peso do Cobre nos Grãos.....	91
29	Peso do Cobre na Parte Aérea.....	91
30	Micronutrientes e Al nos Grãos - Sem Adubo....	95
31	Micronutrientes e Al nos Grãos - Com Adubo....	95
32	Micronutrientes e Al na Parte Aérea - Sem Adubo.....	96
33	Micronutrientes e Al na Parte Aérea - Com Adubo.....	96

## RESUMO

Com a finalidade de avaliar o efeito do pó de basalto sobre a extração de nutrientes por trigo, cultivado em casa de vegetação, em um Latossolo Vermelho Escuro, foram utilizados como tratamentos 06 doses de basalto (0, 20, 40, 80, 160 e 320 t/ha) em duas séries de investigação (com e sem fertilizante químico). Foram determinados o peso seco de espigas, grãos e parte aérea, analisadas as concentrações e quantidades dos elementos N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu e Al nos grãos e na parte aérea. No solo foram determinados pH, Al, H+Al, Ca+Mg, Ca, Mg, K, P, Fe, Mn, Zn e Cu. Os resultados mostraram que com o aumento das doses de basalto na série adubada ocorreu um aumento no peso de espigas, grãos e parte aérea; e diminuição destes com o aumento das quantidades de basalto na série não adubada. Na série adubada ocorreu um aumento da extração de N, P, K e Mg, com o aumento das doses de basalto; não houve variação das quantidades acumuladas de Al, Ca, Fe, Zn e Cu, enquanto a quantidade acumulada de Mn diminuiu acentuadamente. Na série sem adubo ocorreu diminuição das quantidades acumuladas de todos os elementos na planta, à medida que aumentavam as doses de basalto. Houve aumento do pH e dos teores de todos os elementos no solo, com o aumento das doses de basalto, exceto o alumínio e H+Al.

## SUMMARY

It was used 06 rates of basalt (0, 20, 40, 80, 160 and 320 t/ha) and two investigation series (with and without chemical fertilizers), with the objective of evaluate the effects of basalt powder on the nutrients uptake by wheat, growth in greenhouse on a Latossolo Vermelho Escuro (Eutrortox). It was determinated the dry weight of ears, grains and the plants' part out of the soil and obtained their rates and contents of the elements N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, and Al. It was also determinated the pH, Al, H+Al, Ca+Mg, Ca, Mg, K, P, Fe, Mn, Zn and Cu in the soil. The results showed an increase of the weight of ears, grains and the plants' part out of the soil, with the increase of basalt, in the serie with chemical fertilization and decrease, by the increase of basalt, in the series without addition of chemicals. An increase occurred in the uptake of N, P, K and Mg, by increasing of basalt rates, in the fertilized series. No variation occurred for the contents of Al, Ca, Fe, Zn and Cu but Mn decreased considerably, by increasing basalt. A diminution occurred for the contents of all elements on the series without fertilization by increasing basalt. It had an increase on pH and the contents of all the elements in the soil, except the aluminum and H+Al.

## RÉSUMÉ

Ayant pour but évaluer l'effet de la poudre basaltique sur l'extraction d'éléments nutritifs à travers le blé cultivé en serre sur Latossolo Vermelho Escuro (Rhodic Ferralsol - FAO), en deux séries d'investigation (avec et sans fumures) 6 doses croissantes de basalte (0, 20, 40, 80, 160 et 320 t/ha) ont été utilisées. Le poids sec des épis, des grains et de la partie aérienne ont été déterminés et la concentration et la quantité d'éléments N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu et Al contenus dans les grains et dans la partie aérienne. Le pH, Al, H+Al, Ca+Mg, K, P, Fe, Mn, Zn et Cu contenus dans le sol ont été déterminés. Les résultats obtenus ont été les suivants: a) l'augmentation du poids des épis, grains, et de la partie aérienne due à la série avec fumures; b) leur diminution due à l'augmentation de basalte dans la série sans fumures. La série avec fumures a présenté une augmentation de l'extraction de N, P, K, et Mg, selon l'augmentation des doses de basalte, par contre il n'y a pas eu de variation dans les quantités accumulées d'Al, Ca, Fe, Zn, et Cu, tandis que la quantité accumulée de Mn a diminué significativement. Dans la série sans fumures, au fur et à mesure de l'augmentation des doses de basalte, il y a eu une diminution des quantités accumulées de tous les éléments dans la plante. Il y a eu une augmentation du pH et des concentrations de tous éléments du sol, dues à l'augmentation des doses de basalte, sauf l'aluminium et H+Al.

## ZUSAMMENFASSUNG

Mit dem Ziel, den Einfluss von Basaltsteinmehl auf den Grad der Nährstoffnutzung von Weizen herauszufinden, wurden zwei Versuchsserien (mit und ohne chemische Düngung) auf Latossolo Vermelho Escuro (Rhodic Ferralsol - FAO) angelegt. Dazu wurde im Gewächshaus Weizenpflanzen fünfmal mit Basaltmehl behandelt (20, 40, 80, 160 und 320 t/ha) gegen eine Kontrolle ohne Basaltmehlbehandlung. Das Trockengewicht von Ähren, Körnern und der oberirdischen Pflanzenmasse, sowie der Konzentration und Aufnahme von N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn und Al wurden bestimmt. Die Ergebnisse zeigten eine Steigerung des Gewichts der Ähren, Körner und der oberirdischen Pflanzenmasse, bei Steigerung der Basaltsteinmehldosis in der gedüngten Serie und eine Verminderung derselben in der Serie ohne chemische Düngung, bei Steigerung der Basaltsteinmehldosis. Die Serie mit chemischer Düngung zeigte eine Steigerung der N, P, K und Mg Aufnahme, bei Steigerung der Basaltsteinmehldosis; keine Veränderung der Al, Ca, Fe, Zn und Cu Aufnahme und eine sehr bemerkenswerte Verminderung von Mn, wenn die Basaltsteinmehldosis stieg. Bei der Serie ohne chemische Düngung zeigte die Aufnahme aller Elemente eine Verminderung bei Steigerung der Basaltsteinmehldosis. Im Boden, bei Steigerung der Basaltsteinmehldosis, gab es eine Steigerung der pH-Werte und aller Elemente, mit Ausnahme von Aluminium und H+Al.



## 1 - INTRODUÇÃO

O uso de fertilizantes químicos e a calagem tem sido dois dos principais instrumentos utilizados para manter e aumentar a produção agrícola e até mesmo para incorporar áreas marginais ao processo produtivo (TISDALE et al., 1985).

Contudo, os altos custos dos fertilizantes químicos, o alto consumo de energia na sua produção, bem como o fato de terem como origem recursos naturais não renováveis, tem incentivado a busca de alternativas que permitam a sua substituição. Algumas fontes alternativas de adubos de K e P, vem sendo testados como é o caso da Kaliofilita, Feldspatos Potássicos, Mica e Leucita para o K, segundo BRAGA & YAMADA (1986), e Tufito para o P, segundo NOVAIS & BRAGA (1971).

O basalto por ser uma rocha básica e rica em diversos nutrientes essenciais, surge como uma fonte potencial de fornecimento destes elementos, dada sua abundância e ampla distribuição geográfica, sendo encontrada próxima às principais regiões agrícolas do estado. A idéia da sua utilização na agricultura no entanto não é recente, e desde cedo controversa e polêmica.

A polêmica do uso do basalto na agricultura é causada pelas poucas informações científicas disponíveis sobre a sua eficiência agrônômica. Ecologistas, técnicos e agricultores ligados à agricultura alternativa que preconizam seu uso tem argumentado o fato de que sobre derrames de basalto encon-

tram-se solos de alta fertilidade natural, especialmente os de menor desenvolvimento pedogenético. Acreditam que esta rocha-mãe quando reduzida a pó, devolve ao solo seus nutrientes originais, devido à aceleração do processo de intemperismo físico. Por outro lado, muitos pesquisadores contestam o seu uso, alegando o baixo teor de elementos nutritivos contidos na rocha, sua baixa solubilidade, altos custos de moagem e inclusive os altos teores de elementos potencialmente tóxicos contidos na rocha, como o alumínio, o manganês e o ferro. Os dois últimos porém somente serão tóxicos em ambiente hidromórfico.

O presente trabalho visa avaliar a capacidade de fornecimento de nutrientes pelo basalto às plantas, quantificando os elementos extraídos do solo e acumulados nos grãos e na parte aérea da planta, através da aplicação de doses crescentes de basalto, em vasos cultivados com a cultura do trigo.

## 2 - REVISÃO BIBLIOGRAFICA

### 2. 1 - QUESTÕES GERAIS SOBRE BASALTO:

Tendo em vista a elevada fertilidade natural dos solos originados de rochas eruptivas básicas, KAVALARIDZE (1978) defende a utilização do pó de rochas eruptivas, por ele chamadas de "lava basáltica" como corretivo de acidez do solo.

Os agricultores biodinâmicos utilizam o basalto como fonte de nutrientes, tais como K, Ca, Mg e micronutrientes, que seriam liberados lentamente pelo processo de intemperismo (KÖEPF et al, 1984). Na Europa a dosagem normalmente usada é de 2,5 a 5 t/ha.

As rochas ígneas básicas são assim denominada, não em função do pH, mas sim, em função de um menor teor de silício no magma original, o que lhe dá uma consistência mais fluida e menos viscosa, com importantes consequências sobre as propriedades das rochas resultantes de sua solidificação (LEINZ & AMARAL, 1969). As rochas magmáticas são normalmente divididas em rochas plutônicas ou intrusivas, que são aquelas que se originam da consolidação do magma dentro da crosta, em contraposição às rochas magmáticas efusivas ou vulcânicas, que são as que se originam da consolidação do magma na superfície da crosta. Os basaltos constituem, dentre as efusivas, as mais abundantes, pois ocorrem normalmente como re

sultantes de grandes derrames de magma (CAMPOS et al, 1968). Correspondem a 45% da crosta terrestre e a 95% das rochas efusivas. São encontradas freqüentemente na forma de derrames, sills e diques, muito comuns no Brasil principalmente no sul, onde cobrem uma área de aproximadamente um milhão de quilômetros quadrados (MARCONI et al, 1970). Constituem-se de plagioclásios básicos e piroxênios monoclinicos, acompanhados de acessórios como olivina, magnetita, hornblenda, biotita (MARCONI et al, 1970). São rochas compactas, menos freqüentemente vesiculares, homogêneas a olho nú. Quanto ao grau de cristalinidade, variam desde holovitreas até holocristalinas de granulação muito fina. São rochas afaníticas. Diversos autores classificam os basaltos de forma diferente: basalto de olivina, basalto toleiítico, trachibasalto e spilita (TURNER & VERHOOGEN, 1960); basalto toleiítico, basalto rico em alumina, shoshonita e basalto de olivina (CARMICHAEL et al, 1974); basalto toleiítico, basalto alcalino e basalto rico em alumina (DERCOURT & PAQUET, 1978). Segundo MARCONI et al (1970) as variedades mais importantes são as seguintes: vidro basáltico, basalto de olivina, basalto de meláfiro, basalto amigdalóide e diabásio. Segundo os últimos autores, apesar de ser rocha intrusiva, o diabásio é considerado variedade de basalto e não de gabro, devido à sua ocorrência próxima à superfície e, portanto, sua maior semelhança com os basaltos, com o que concordam TURNER & VERHOOGEN (1960).

Segundo RESENDE (1976) a tendência e o grau de intemperismo varia de acordo com as condições bioclimáticas, sendo que as transformações são fortemente influenciadas pelas condições microambientais. Citando Eswaran & Conninck (1971)

relata que o intemperismo em ambientes tropicais pode ter os seguintes níveis:

Basalto → alofana

Basalto → alofana → haloisita → metahaloisita → gibbsita

Basalto → alofana → haloisita → caulinita → gibbsita

Basalto → alofana → caulinita → gibbsita

Basalto → haloisita → caulinita → gibbsita

MELFI & LEVI (1971) observaram que plagioclásios se intemperizam a géis amorfos ( que são relativamente estáveis em solos pobremente drenados), e posteriormente a gibbsita. A seguir, os piroxênios (mais resistentes que os plagioclásios), perdem ferro através de fraturas e clivagens. Quando ocorre retenção de Ca, Mg e Fe, ocorre a formação de montmorilonita (condições de má drenagem), mas montmorilonita subsequentemente se degrada a caulinita e hidróxidos de ferro. Ca, Na, Mg, K e Si, em ordem decrescente, são perdidos durante o intemperismo. Para os minerais acessórios, por outro lado, as informações são escassas: Segundo MARCONI et al (1970) em condições naturais, o primeiro mineral acessório a sofrer decomposição é a olivina  $(Mg,Fe)_2SiO_4$ , dando origem a serpentina, magnetita e óxidos de ferro.

O carbonato de ferro altera-se facilmente para óxidos de ferro hidratados. A sílica pode ocorrer na forma de opala (ABRAHÃO & CAMPOS, 1970).

A seguir, outros minerais acessórios se alteram, dentre os quais a magnetita, resultando na formação de hematita e limonita (MARCONI et al, 1970).

Contrariando MELFI & LEVI (1970), MARCONI et al (1970) afirmam que os plagioclásios e a augita permanecem inalterados até que os outros minerais estejam profundamente alterados. Então a augita -  $(Ca,Na)Mg,Fe^{2+},Fe^{3+},Al[(Si,Al)_2O_6]$  monoclinico - inicia a sua decomposição, originando clorita e mais raramente serpentina .

HIPPLITO (1972), observou que a granulometria dos cristais influi na alteração das rochas, sendo que as de granulometria mais fina são mais facilmente atacadas que as constituídas por cristais maiores, influenciando inclusive a solubilidade relativa dos diversos elementos constituintes. Simulando artificialmente as condições de intemperismo, obteve a seguinte ordem de mobilidade, do elemento mais móvel ao praticamente imóvel:  $Ca > K > Mg > Na > Si > Fe > Al$  em solução de lixiviação de diabásio de granulometria fina e  $Ca > Na > K > Si > Mg > Fe > Al$  em diabásio de granulometria mais grosseira. O mesmo autor observou que as alterações das rochas se deram com um contínuo consumo de prótons, sendo que o consumo de  $H^+$  foi maior no diabásio de granulometria mais fina. MELFI & LEVI (1971) e Moniz et al (1973), citado por RESENDE (1976), encontraram a seguinte sequencia de perdas  $Ca > Na > Mg > Si$ .

A composição química das rochas basálticas apresenta grande variação de local para local, como demonstram os resultados de análises de basaltos da Bacia do Paraná, citados por RÜEGG & VANDOROS (1965), RÜEGG (1976), RÜEGG & AMARAL (1976), LETERRIER et al (1978) e KAVALARIDZE (1978). Pelos dados destes autores, verifica-se que o principal constituinte dos basaltos é o silício, seguido pelo ferro e pelo

aluminio. Os teores de nutrientes úteis às plantas (Ca, Mg e K) aparecem em menores proporções, variando bastante de amostra para amostra.

## 2. 2 - REVISÃO HISTÓRICA:

SCHMITT (1949) faz uma revisão de literatura procurando situar a polêmica relativa às farinhas de basalto. Cita que já em 1862, Rosemberg-Lipinsky especulava sobre a possibilidade de mobilizar e dissolver os elementos contidos nas rochas das montanhas, através de processos mecânicos ou químicos e colocá-los à disposição da agricultura. Cita também que pela mesma época Reichardt<sup>1</sup> afirmava que granito, porfirita, e principalmente o feldspato de potássio neles contido poderia se tornar rapidamente em fonte de potássio. Também no plano de ação para 1861 da "Station des General-komitees in München", foi discutida a possibilidade de adubação com elementos provenientes das rochas das montanhas: Alguns anos após W. Lobe<sup>1</sup>, depois de constatar decréscimos nas produções de alfafa, ervilha, nabo, tremoço e trigo, recomenda adubação com margas ricas em silicatos, feldspato, granito e basalto pulverizados.

SCHMITT (1949) cita J. Hensel, que em 1890 publicou "Universal-Mineral-Dünger" (Adubo Mineral Universal) e a seguir "Das Leben" (A vida), onde discorre sobre a teoria da adubação com farinhas de pedra. "Estes trabalhos foram seguidos por um outro com o significativo título de "Brot

<sup>1</sup> Citado por SCHMITT (1949), sem dar a referência.

aus Steine" (Fão proveniente de pedras), que no ano de 1939 foi republicado por W. Utermohlem em 3 edições".

Segundo J. Hensel<sup>2</sup> a adubação com farinhas de pedra seria o único processo natural de se devolver a produtividade das plantas, além de permitir o aproveitamento de áreas de baixa produtividade, gerar empregos, diminuir as doenças dos homens e animais através de alimentos mais saudáveis, e de devolver a rentabilidade da agricultura devido à diminuição dos custos de adubação.

Em consequência, segundo SCHMITT (1949):

no final do século passado começaram a surgir numerosas fábricas de farinhas de pedra, e os institutos de pesquisa se viram sobrecarregados de trabalho para avaliar as diferentes farinhas, que apresentavam as mais diversas composições e misturas de produtos. Além disso, apesar de Hensel<sup>2</sup> afirmar que farinhas de pedra reduziriam os custos de produção, as farinhas de pedra eram extremamente caras. A partir do momento em que as estações de pesquisa oficiais não conseguiam comprovar efeitos positivos e até identificaram efeitos negativos, criou-se uma grande polêmica entre os vendedores das farinhas, liderados por J. Hensel<sup>2</sup> e as instituições científicas oficiais, estas últimas aconselhando os agricultores a não utilizar os produtos, e os primeiros acusando os pesquisadores de defender os interesses dos fabricantes de adubos químicos".

Finalmente a polêmica teria chegado ao fim graças aos trabalhos de Wagner, Blank, Alten<sup>2</sup> entre outros, que comprovaram a ineficácia das farinhas de pedra comerciais.

## 2. 3 - USO DO BASALTO EM SILVICULTURA

A parte desta polêmica, em 1905, ALBERT (1936) iniciou um experimento visando estudar diversas maneiras de recuperar solos florestais extremamente pobres, em Kotsemke, Alemanha. Num dos tratamentos utilizou uma camada de 1 cm de

<sup>2</sup> Citado por SCHMITT (1949), sem dar a referência.



sobras de basalto sobre o solo, o que significa uma dose de 150 t/ha. O material usado possuía de 30 a 40 % de partículas menores que 1 mm, enquanto que os pedaços maiores eram aproximadamente do tamanho de uma avelã.

Através da análise química total, estimou que foram aplicados os seguintes elementos ao solo, em Kg/ha: Cálcio 18.000 (10.000); magnésio 11.250 (3.540); potássio 2.100 (935) e ácido fosfórico 2.100 (660), onde os valores entre parênteses representam a estimativa dos teores extraídos por ácido clorídrico, porém cuja concentração o autor não cita.

A análise do solo das parcelas, mostrou que na camada superior de 50cm de espessura, os teores destes elementos estavam ao redor de 0,01 %, o que significaria um conteúdo de aproximadamente 750 kg/ha nesta camada.

Na primavera de 1905, foi feita uma aração a 60cm de profundidade visando romper uma camada compactada. Após nivelamento do terreno através de gradagem, o basalto foi aplicado ao solo ainda no mesmo ano. Dois anos após (primavera de 1907) foram plantados pinheiros de um ano.

ALBERT (1936) descreve os resultados após 6 anos:

Seis anos após (1913) o início do experimento, as parcelas com basalto destacavam-se completamente das demais, em relação a cor, ramos terminais e comportamento geral. Em 1934, o Dr. Ganssen fotografou as parcelas, mostrando claramente as diferenças entre o basalto e as testemunhas. Diante da diferença gritante entre as parcelas, após 27 anos persiste a impressão de que se trata de materiais diferentes. Naturalmente esta possibilidade está totalmente descartada, pois neste caso, apenas os pinheiros das parcelas de basalto deveriam ser nativos, uma vez que as parcelas com outros tratamentos erguem-se hoje mais fracas que as primeiras.

Os resultados são apresentados em forma de gráfico, do qual serão reproduzidos os dados pertinentes a este trabalho. As informações entre parênteses referem-se as duas parcelas testemunhas sem adubação e os demais às duas parce

las adubadas com basalto: Altura 5,7 e 5,6m (2,5 e 3,4m); Comprimento médio dos ramos de ano (1935) em cm 26 e 18 (16 e 17); Diâmetro médio em cm 5,9 e 7,2 (5,1 e 4,2); Número de troncos por Ha 7.069 e 6.019 (4.076 e 8.149); área basal por Ha, em m<sup>2</sup> 19,4 e 25,1 (8,4 e 11,2); Produção de massa (ab X h / 2 em sm) 55,6 e 70,3 (10,4 e 19,0). Com base nestes dados, ALBERT (1936) conclui que "Os contrastes entre os diversos tratamentos são tão marcantes, que são suficientes os dados da última rubrica (produção de massa) para demonstrar a superioridade da adubação basáltica."

Apesar do trabalho mostrar que o basalto pode produzir melhorias significativas somente a altos custos, o autor comenta que:

... ainda não é incondicionalmente da opinião que a utilização da adubação basáltica em escala maior em solos semelhantes esteja fora de discussão devido aos altos custos, uma vez que os resultados mostram que após aproximadamente 30 anos de investimentos e cuidados se tem apenas arbustos inaproveitáveis ou no máximo pinheiros de 7ª classe nas parcelas sem adubação. Com adubação basáltica, pode-se esperar após 30 anos um aumento da produtividade superior a quatro vezes, e que o efeito da adubação não só se mantém, como poderá aumentar, como mostram os dados da análise do húmus de ambas as parcelas.

O autor cita dados de tabela onde mostra os seguintes dados respectivamente para parcelas com basalto e testemunha (entre parenteses) para cada 100g de húmus (em g): CaO 0,049 (0,010); P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,179 (0,110); K<sub>2</sub>O 0,140 (0,092), sendo que estes elementos provavelmente provém da ciclagem de acículas e queda foliar.

WIEDMANN (1932) analisando os resultados do experimento em outro trabalho também cita as diferenças entre as parcelas de basalto e testemunha. Comenta a impressão de que seriam espécies distintas ressaltando que "Esta impressão é a melhor indicação da superioridade do basalto. Conclui que

"a proposta de melhoramento através do basalto é positiva, aumentando a produção de massa em quatro vezes acima das parcelas não adubadas. Apesar disto, o método é muito caro para aplicação em larga escala".

Em outro ponto do trabalho, afirma que "o significado deste experimento na verdade não está tanto na possibilidade de criar um método prático de recuperação do solo, mas sim na constatação de que realmente é possível o melhoramento de solos extremamente pobres, e além disto ao valioso material para pesquisas de todo o tipo que este experimento proporciona."

Com base no experimento anterior, HILF (1937) instalou um experimento em Finowtal, em 1936, visando recuperar um solo de vale extremamente arenoso, utilizando duas granulometrias de basalto: pó fino, menor que 0,2 mm e resíduos menores que 2 mm. Visando reduzir os custos de aplicação avaliou parcelas com aplicações de camadas que variaram de 0,5 até 2 cm de espessura, bem como aplicação em covas, variando de 0,2 a 5 Kg por cova. Utilizou diversas espécies de essências folhosas, supondo que o retorno das folhas ao solo favoreceria a recuperação do solo.

Após a aplicação do basalto, observou inicialmente que não mais ocorria a formação de charcos na superfície, com a água das chuvas, sendo que esta penetrava imediatamente, e as camadas inferiores permaneciam úmidas por mais tempo. As parcelas com basalto apresentavam maior crescimento das plantas daninhas, e no outono a queda das folhas era retardada cerca de 14 dias em relação às das parcelas não adubadas.

Em relação aos brotos anuais, observou o seguinte desenvolvimento:

1- Choupo canadense, choupo balsamífero e cerejeira de mahoma apresentaram uma forte e constante diferença com adubação.

2- Amieiro branco, acêr de montanha e bétula apresentaram uma diferença clara, porém menos constante nas parcelas adubadas.

3- Amieiro vermelho apresentou uma diferença pequena porém constante em relação às parcelas não adubadas.

4- As demais ainda não demonstraram clara diferença em relação às parcelas não adubadas por serem muito pequenas por ocasião da publicação do trabalho (carvalho, faia, acácia, soveira).

5- Abeto apresentou uma clara diferença da cor verde das parcelas adubadas em relação ao amarelado das parcelas sem adubação.

No mesmo trabalho, o autor apresenta outro experimento, onde aplicou uma camada de 2 cm de basalto em sementeira de pinheiro, utilizada seguidamente a 10 anos sem adubo, onde a parte adubada do canteiro apresentou aumento do tamanho e peso das plantas, comprimento e espaçamento das acículas. A parte do canteiro sem basalto apresentou plantas bem menores e sinais de deficiência de magnésio. Por outro lado uma aplicação de 4 cm não mostrou nenhum destaque em relação aos 2 centímetros.

O autor cita também o efeito da aplicação de basalto em composto de esterco de estábulo, que rapidamente se cobriu de vegetação e entrou em fermentação. Com relação a

compostagem, o autor cita um folheto do agricultor suíço Utermohlen,<sup>3</sup> que comenta que:

...esta utilização do adubo basáltico misturado com esterco de estábulo ou turfa parece ser a realidade no campo. Os montes de composto permanecem mais frescos e se tornam vivos mais rapidamente. Este efeito corresponde a uma constatação de mais de 40 anos, de acordo com o folheto. Segundo ele, o pó de basalto deve ser espalhado diariamente no estábulo, fornecendo um excelente adubo.

O autor conclui o trabalho, dizendo que "O pó de basalto é um fertilizante extraordinariamente rico em minerais, intemperizável facilmente, porém com suficiente lentidão, como que feito especialmente para nossos solos arenosos leves e pobres em colóides". Este pode ser o caso dos Latossolos Vermelho Escuros e Latossolos Amarelos de textura média ou arenosa do Brasil.

Em trabalho no ano seguinte HILF (1938) faz nova avaliação do mesmo experimento, onde novamente divide as espécies em quatro grupos, obtendo os seguintes resultados:

1- Choupo, salgueiro e Populus tremula mostraram desenvolvimento incomum nas parcelas com aplicação pesada de basalto (1,0 cm de espessura sobre o solo).

2- Tília, carvalho vermelho, e cerejeira de mahoma também mostraram melhor desenvolvimento nas parcelas com aplicação pesada, mas seguida imediatamente pela adubação leve (0,13 cm de basalto sobre o solo). No caso de acêr de montanha, a adubação leve se mostrou até um pouco melhor que a adubação pesada.

3- Bétula, soveira e as faias, mostraram melhor desenvolvimento para adubação em cova (cerca de 1,0 Kg/cova), o que diminui as dosagens a níveis econômicos, podendo abrir

<sup>3</sup> Citado por HILF (1938), sem dar a referência.

perspectivas para culturas permanentes como café, citrus e sericicultura.

4- Para as coníferas como abeto, pinheiro e lariço a resposta foi pequena e melhor para as baixas dosagens em cova (cerca de 0,2 Kg/cova).

Resumindo, o autor declara que o "efeito dos resíduos de basalto pode ser explicado por uma melhoria na capacidade de retenção de água e por um enriquecimento do solo em nutrientes". "Como consequência, solos arenosos pobres, ficam viáveis para essências folhosas, que através da cobertura do solo e retorno das folhas o solo forma uma camada capaz de reter e armazenar água, o que pode vir a favorecer o desenvolvimento de coníferas".

Quanto à granulometria, HILF (1938) recomenda uma mistura de 9 partes de resíduo grosseiro para 1 parte de pó, devido aos custos de transporte.

Apenas para compostos de turfa recomenda o pó de basalto, devido a sua alta capacidade higroscópica. Já para composto de esterco de estábulo, recomenda o resíduo mais grosseiro, porque este dificultaria a "queima" do esterco e produziria um adubo bem decomposto.

Cinco anos após a implantação do experimento, ALBERT (1940) fez análises do solo através do método da eletrodialise (eletroultrafiltração) em amostras de 10 em 10 centímetros até 50 cm de profundidade, onde observou significativo aumento nos teores de cálcio, potássio + sódio e ácido fosfórico em todas as profundidades, principalmente com relação ao fósforo, 28 vezes maior na soma dos perfis da parcela com 2 cm de basalto do que a soma dos perfis da testemunha.

Observou também uma razoável distribuição dos elementos em profundidade, o que atribuiu ao carreamento das partículas mais finas de basalto pela água das chuvas. Para corroborar esta constatação, observou que na superfície do solo apenas restavam as partículas mais grosseiras do basalto.

NEMEC (1948) realizou diversos trabalhos com essências florestais na Tchecoslováquia. Em um deles, relata que "em solo florestal degradado, incluindo podzol com camadas de hardpan, árvores de Picea abies com 25 anos de idade mediam apenas 4,2 m de altura e a média anual de crescimento era de 1,6 cm. Madeiras duras morreram logo após serem plantadas. Após remover a cobertura do solo de Calluna vulgaris e Vaccinium myrtillus, basalto e diabásio moídos foram adicionados em camadas de 3,8 cm de espessura. Após dois anos a média de crescimento anual era de 4,4 metros. Em outro trabalho (1940), relata que "para melhorar solo florestal fortemente ácido, deficiente em nutrientes, a aplicação de basalto, diabásio, gabro, meláfiro e anfibólio tiveram sucesso". "O pó foi aplicado nas covas de plantio em doses de 1-2 Kg por planta, ou na forma de composto de diabásio ou basalto preparado com ervas daninhas da floresta e material húmico ácido".

No distrito de Zehrov, NEMEC (1952a) aplicou 1 Kg de basalto para cada planta individualmente em covas antes do plantio ou na superfície do solo ao redor da planta após o plantio. Além disto fez tratamento combinando 1 Kg de basalto com 1 Kg de calcáreo, em covas, na superfície do solo e espalhado na área de cobertura da futura árvore. Em geral o

crescimento mais favorável foi provocado pela aplicação de basalto + calcáreo nas covas. Muito menor foi o efeito do basalto isolado, quando espalhado sobre o solo. Nas folhas do álamo negro a adubação com basalto, bem como basalto + calcáreo provocaram um acréscimo verdadeiramente considerável dos teores de nitrogênio e cálcio. A reabsorção de ácido fosfórico foi incrementada pela aplicação de basalto isoladamente, mas com a adição de calcáreo ela decresceu um pouco. Nem todas as espécies contudo se beneficiaram da adição de basalto. Em mais um trabalho, (1952b) o mesmo autor mostra que em solos extremamente lixiviados, onde as essências florestais mostravam crescimento atrofiado, a aplicação de camadas de 1 a 2 cm de basalto no solo ou 2 Kg por cova, mostraram após 2 anos um considerável crescimento em carvalho vermelho e tilia, particularmente se combinado com húmus. Houve um acréscimo na absorção de nutrientes em carvalho e lariço vários anos após o tratamento.

Através de calagem e por fertilização com pó de rochas básicas (basalto, diabásio, anfibólio, isolados ou compostados com húmus cru, NEMEC (1956a) conseguiu recuperar solos de diversos tipos (azonais, rendzinas degradadas, solos podzolizados com hardpan, podsolizados gleizados. Também conseguiu excelentes resultados em estimular a produção de sementes viáveis de faias e tílias em áreas em que as mesmas não produziam sementes viáveis (1956b). Nas folhas das plantas que frutificaram, constatou teores mais elevados de Cu e Zn. Ao mesmo tempo constatou presença de prata e chumbo, nas folhas, ramos e sementes das árvores que frutificaram com a adição de basalto.



LHOTSKY (1949) procurando melhorar solos florestais arenosos com bentonita, utilizou basalto moído como testemunha, e obteve o melhor crescimento do carvalho vermelho justamente nesta parcela, bem como as mais altas porcentagens de fósforo, cálcio e potássio nas folhas.

## 2. 4 - USO DO BASALTO NA AGRICULTURA

Segundo SCHIMDT (1949), em 1934 ressurgiu a polêmica com relação às farinhas de pedra comerciais, através de publicações dos suíços K. Utermohlen,<sup>4</sup> W. Utermohlen,<sup>4</sup> Zimmermann,<sup>4</sup> e H. Denstadt,<sup>4</sup> e voltou a crescer a tal ponto, que no período pouco anterior à 2ª guerra, existiam na Alemanha uma associação e um instituto ligados à divulgação das farinhas de pedra.

Em 1936 várias instituições alemãs se uniram para realizar uma série de experimentos de longo prazo com a finalidade de esclarecer a questão das farinhas de pedra, envolvendo diversos pesquisadores: Schmidt de Darmstadt, Giesecke de Berlin e Scheffer de Jena (citados por SCHMITT (1949)). Foram feitos experimentos de campo e em vasos, com uma farinha de basalto de Immendingen, bem como foram avaliados nada menos que 12 diferentes farinhas de pedra e misturas.

Em solo argiloso ácido, foram aplicados doses de 2 a 4 t/ha de farinha de basalto de Immendingen, isoladamente e em combinação com adubação NPK. Foram cultivados sucessiva

<sup>4</sup> citação de SCHMITT (1949), sem datar a referência

mente batata, cevada, aveia e centeio. Não houve diferença do basalto para testemunha, nem basalto + NPK com NPK, com exceção do ano em que foi cultivada a aveia (39), quando a adubação isolada do basalto foi menor que a testemunha, porém a adubação NPK + basalto foi melhor que NPK isolado. A explicação encontrada pelo autor foi que a adição de sulfato de amônio nos três anos anteriores, evidenciou um efeito de acidez e deficiência de Ca no solo, e isto foi corrigido pelo basalto. Após a colheita foi feita uma calagem na parcela, e no ano seguinte não houve diferença para o basalto. Foram feitos testes nos produtos colhidos para avaliar a melhoria da qualidade que poderia ter sido causada pelo basalto, mas não foi encontrada nenhuma diferença. Assim o autor conclui que a farinha de basalto de Immendingen não apresentou aumento evidente de produção ou melhora de qualidade, nem isolado, nem em combinação com NPK, apesar de terem sido aplicados 16 t/ha de farinha.

Em solo aluvial argiloso, foi realizado um experimento em pastagem com nove anos de duração. Foram aplicadas dosagens de 2000 e 4000 Kg/ha de basalto, isoladamente ou em combinação com fosfato de potássio, sendo que após 2 anos todos os tratamentos receberam 40 t/ha de esterco de estábulo. Também neste experimento a farinha de basalto não apresentou influência positiva quanto à aumento de produção de pasto, nem quanto à qualidade do mesmo.

Em solo arenoso fluvial leve próximo a Frankfurt, foram analisados 12 tipos de farinhas de pedra, isolados e acompanhados com diversos tipos de matéria orgânica. Neste experimento, apenas a farinha de basalto de Immendingen

apresentou um pequeno aumento de produção na batata, porém cerca de 4 vezes menor que a adubação NPK e a custos muito maiores. O autor conclui que:

...mesmo em solo arenoso e pobre, em seis anos de experiências não se encontrou aumentos significativos em batata e centeio. Também não foi encontrada melhoria na qualidade dos produtos cultivados. Mesmo quando se leva em conta o efeito da farinha de basalto de Immendingen como seguro, esta melhoria do solo é extremamente antieconômica.

O último experimento foi instalado em Bedburg-Haub, junto a Cleve, em areia barrenta que se encontrava em boa condição de produção. Nos oito anos do experimento foram cultivados cereais em 4 anos, batata em 2 anos, e nabo forrageiro e repolho nos 2 anos restantes. Segundo o autor, com relação à batata, praticamente não houve aumento na produção pela adição da maioria das farinhas usadas, e naquelas em que isto ocorreu, o aumento foi muito inferior a NPK ou NPK + esterco de estábulo. O mesmo aconteceu nos anos em que foi cultivado nabo forrageiro e repolho, sendo que a mistura das diversas farinhas de pedra com esterco não produziu praticamente nenhum acréscimo em produtividade, com relação ao esterco isolado. Quanto aos cereais, praticamente não houve aumento de produção, nos 4 anos em que foram cultivados. Também não houve melhoria na qualidade dos produtos obtidos. O autor conclui que "mesmo em solo de melhor qualidade não houve efeito seguro e econômico sobre produtividade e qualidade das culturas ali implantadas, ao contrário da adubação convencional, que elevou a produtividade e a qualidade dos produtos.

GEERING (1957) constata novamente a volta das "farinhas de pedra comerciais na Suíça, desta vez como fonte de micronutrientes e como liberadores das forças primitivas do

solo, segundo seguidores de uma pretensa agricultura biológica". Após argumentação teórica, apresenta trabalhos em vasos, usando solos com deficiência de manganês, onde foram aplicadas doses de 20 ton/ha de duas farinhas de pedra comerciais e cultivados com aveia, onde não ocorreu qualquer efeito de correção da deficiência. Em vários trabalhos também em vasos, com solos com deficiência de boro, foram feitos experimentos com as culturas de espinafre com dosagens de 10 t/ha; colza com dosagens de 60 a 600 t/ha e cenoura com 20 t/ha das mesmas farinhas de pedra, onde também não ocorreu nenhum efeito de correção da deficiência, o que igualmente ocorreu em experimento de campo feito com beterraba açucareira, que recebeu 15 t/ha de farinha. Com base nestes dados, o autor concluiu que não há efeito de fornecimento de micronutrientes para as culturas através de farinhas de pedra.

Quanto à alegada melhoria na qualidade dos produtos colhidos com aplicação de farinha de pedra, o autor apresenta uma tabela com resultados de trabalhos realizados em conjunto com Schweitzerischen Verein für Volksgesundheit, feitos de 1933 à 1947, onde foram avaliados indicadores de qualidade de trigo, feijão, (Kabis)\*, cebola, (Randen)\* e batata, cujos dados derrubam a idéia que a adubação com farinhas de pedra tenha efeito positivo sobre a qualidade dos produtos colhidos.

Em trabalho sobre compostagem GOTTSCHALL (1984) faz uma rápida revisão bibliográfica sobre o uso de pó de rochas na compostagem:

\* Culturas para as quais não foi possível conseguir tradução. Provavelmente termos em dialeto regional suíço.

São utilizados pó (farinha) de rochas eruptivas de diversas idades. A alta parcela de elementos alcalinos e saturação de bases, provoca a reação básica das rochas vulcânicas. As rochas vulcânicas mais utilizadas na agricultura biológica pertencem basicamente a três grupos: Basalto, Porfirita e Traquito. Ao grupo dos basaltos pertencem farinhas do jovem e finamente granulado basalto, bem como do diabásio, mais antigo e de granulometria maior".

Citando HENNING (1981) define como farinha de basalto (Basaltmehl) o material com granulometria máxima de 0.9mm. Como saibro de basalto (Basaltgrus), o material com granulometria de 1 a 2mm, o qual devido a sua superfície específica menor, é intemperizado mais lentamente.

Segundo Knickmann (1968), citado por GOTTSCHALL (1984), farinhas de rochas são usadas para melhoria do solo no mínimo á 2.000 anos. "Enquanto no campo da pesquisa florestal a informação do efeito do pó de pedra sobre o aumento do rendimento é mostrado em diversas fontes, a sua aplicação na agricultura é bastante controvertida". Segundo Knickmann (1968), "diversos experimentos antigos não comprovaram seguros aumentos de colheita, nem melhoria de qualidade digna de menção". Sobre estes experimentos, apresenta a seguinte citação de Weingartner<sup>5</sup>:

Em principio, toda farinha de pedra é inerte (morto) ..... para que possa entrar em contato com os microorganismos do solo e através destes fazer parte da vida do solo. Isto ocorre o mais intensivamente nas pilhas de composto. Por este motivo ao se colocar grandes quantidades de uma farinha de pedra em solo de cultura, deveria-se sem falta acrescentar também grandes quantidades de húmus ou de bom composto.

Fragstein (1982), citado por GOTTSCHALL (1984), duvida em principio das investigações que como regra geral chegam a julgar negativo o efeito da farinha de pedra: "Farinhas de pedra, em relação a sua composição química/mineralógica e principalmente quanto ao comportamento fisicoquímico não são comparáveis nem com esterco de estábulo, ou adubos

<sup>5</sup> Citação de GOTTSCHALL (1984), sem citar a data.

NPK altamente solúveis, nem a aplicações foliares de elementos traços".

GOTTSCHALL (1984) cita ainda diversos autores que estudaram a ação biológica de microorganismos na intemperização de minerais. Em outro capítulo, discute sobre a disponibilidade dos nutrientes contidos no pó de pedra, constatando que já desde a muito tempo foram realizados testes visando avaliar o efeito das farinhas de pedra aplicadas diretamente na lavoura:

Então surgiram trabalhos contraditórios (ex. HONCAMP, 1910) que se pronunciaram largamente contra um valor nutricional reconhecível a curto prazo.

Contudo já naquela época havia experimentos, que comprovavam, que muitas plantas conseguem retirar nutrientes de pó de basalto até em hidro cultura (SACHSE, 1927). As ervilhas, demonstraram neste experimento alta capacidade de mobilização de nutrientes da farinha de basalto. No experimento de SACHSE (1927) o potássio pode ser bem absorvido, enquanto que mal houve uma mobilização de fósforo e cálcio. Segundo pesquisas de diversos autores, plantas de cultura podem cobrir suas necessidades de potássio de determinadas farinhas de pedra, se para elas não há disponibilidade de potássio facilmente solúvel (Blanck, 1914; Swanbac, 1950; Ebert, 1962; Richter, 1974; todos citados por FRAGSTEIN, 1982). Outras plantas de cultura, que as utilizadas por SACHSE (1927), possuem em alto grau a capacidade de mobilizar fósforo pouco disponível, como acontece nos experimentos de DOMONTOWITSCH et. al. (1928) com tremço. Tais resultados encontraram sua explicação desde cedo nos exudatos das raízes: CO<sub>2</sub>, ácidos orgânicos e quelatos. Também a rizosfera tem sua importância neste processo: (BAUER e HASS, 1922; DRAKE e STECKEL, 1955; KICKUTCH, 1965; ZELLER, 1965; Van RAY e Van DIEST, 1979). Colocando-se a farinha de pedra na compostagem, pode-se ter uma parcela maior de nutrientes em curto prazo à disposição das plantas, do que pela adição direta da farinha de pedra ao solo. Isto se mostra através dos resultados de diversos autores (DOHRING, 1954; HESSE e RAUHE, 1957; MANNINGER e ZOLTAI, 1958; ), como também diretamente de SACHSE (1927), que mostrou que após o tratamento prévio da farinha de pedra com substâncias solventes fracas, as ervilhas conseguiram extrair mais nutrientes dessa matéria, que de material não tratado.

SACHSE (1927) citado por GOTTSCHALL (1984) relata:

Considerando o conteúdo total de nutrientes, as ervilhas extraíram 5,28% do potássio da farinha de basalto não tratada, 16,92% do material tratado com água quente e 31,38% do basalto tratado com solução de amoníaco a 1%. O fósforo não foi extraído da farinha de basalto não tratada, 0,39% do material tratado com ácido sulfúrico a 1%, 0,54% do material tratado com água quente e 2,00% do material tratado com solução de amoníaco a 1%. Experimentos posteriores mostraram que ácido cítrico a 1% fornece um solvente realmente efetivo permitindo a mobilização de 82% do K total, 2% do P total e 3% do Mg total.

GOTTSCHALL (1984), relata também a possibilidade de

reduzir a perda de amônia no manejo dos esterços, citando ADAMS & STEVENSON (1964), que observaram que silicatos primários (migmatitos) adsorvem amônia.

Exatamente para alcançar uma boa absorção do amoníaco, a farinha de pedra deveria ser espalhada no estábulo. Através disto e através da adsorção de outros odores intensos o ar do estábulo será sensivelmente melhorado. Além disto, pó de pedra também absorve o chorume. O acréscimo ao esterco equivale normalmente de 1 a 5% de farinha de pedra. Ultimamente se experimenta acrescentar até 8%, e para esterco avícola, mais de 10%. Os crescentes aumentos de preço para o pó de pedra colocam limites nesta quantidade.

Talvez o trabalho mais extenso e bem documentado sobre o uso do pó de basalto na agricultura seja o realizado na Ilha Maurício onde por mais de 25 anos foram realizados experimentos visando rejuvenecer velhos solos lateríticos altamente lixiviados que ano após ano estavam apresentando redução na resposta à adubação química. D'HOTMANN DE VILLIERS (1937) defendeu o uso de pó de basalto para rejuvenecer os referidos solos nas áreas chuvosas da Ilha. A tese se baseava no fato dos solos serem de origem basáltica e terem sofrido excessiva intemperização devido às altas temperaturas e chuvas intensas, sendo que estes mesmos fatores poderiam contribuir para acelerar o intemperismo do pó de basalto e assim liberar os nutrientes às plantas.

EVANS (1947) publicou os resultados obtidos em experimentos realizados por AUSTIN e D'HOTMANN de VILLIERS, a partir de 1937, usando basalto triturado em vasos com a cultura da aveia, em solos com severa deficiência de N, P, K, e Mg, onde foi adicionado N de maneira idêntica em todos tratamentos. A adição de 247 t/ha resultou um aumento de 33,7% da colheita de matéria seca, enquanto que a dose de 494 t/ha resultou num aumento de 56,7% da matéria seca em relação à testemunha sem adubação basáltica, apenas com aplicação de

N. No entanto o tratamento com adubação completa foi muito superior. Paralelamente em uma série de vasos sem repetição, foi feita uma aplicação diferencial de nutrientes para uma dosagem de 494 t/ha, com a finalidade de avaliar a contribuição do basalto no fornecimento de nutrientes. Atráves de análise de tecido, demonstrou-se que o basalto forneceu apreciável quantidade de potássio, mas não de fósforo. Quando satisfeitas as necessidades de fósforo, a aveia conseguiu extrair cálcio e magnésio da rocha.

Em 1937, D'HOTMANN DE VILIERIS (1947), instalou experimento com cana-de-açúcar, aplicando dosagens de 33 e 85 t/ha de pó de basalto acompanhados de adubação química normal, em solos lateríticos extremamente exauridos, onde o autor obteve resultados significativos de aumento de produção de cana, mantendo ou até aumentado a extração de açúcar em quatro cortes sucessivos. Em outro experimento também implantado em 1937, em solo após 12 anos de pousio, com melhor fertilidade, e acompanhado de adubação mais forte que de costume, foram aplicadas dosagens de 24, 71 e 213 t/ha de pó de basalto. Segundo o autor, apenas a dosagem de 24 t/ha não foi estatisticamente significativa, apesar de superior à testemunha. Em relação aos custos da aplicação do basalto, o autor conclui que em quatro cortes o acréscimo de produção obtido pela dosagem de 71 t/ha cobriu os custos da aplicação. No entanto, a dosagem de 213 t/ha, apesar de produzir um acréscimo duas vezes superior à de 71 t/ha, este aumento não cobriu os custos de aplicação do basalto. Em publicação seguinte (1949) o autor apresenta a continuação deste experimento, onde em 1943 nas mesmas parcelas foram aplicados



mais 24 t/ha, o que somado às quantidades aplicadas em 1937 somam: 48, 95 e 237 t/ha respectivamente. No período entre as duas culturas, a área ficou em pousio com solo descoberto por 23 meses. Na produção da cana planta (19 corte) houve resultados altamente significativos de 20,7 e 43,4% de aumento da produção de açúcar, respectivamente para as parcelas com 95 e 237 t/ha de basalto. Estes resultados marcantes no primeiro ano sugerem que o basalto liberou nutrientes durante o período de pousio, porém a causa desta liberação, acidez natural do solo, efeito da flora, fauna, minhocas, insetos ou microorganismos, não está clara, segundo o autor.

Mas nos outros 3 cortes, e mesmo na média geral dos 4 cortes, o aumento da produção não foi tão alto, porém mesmo assim foi significativo. Analisando o valor da produção obtida nos 8 anos dos dois cultivos e os custos do basalto aplicado, o autor conclui que mesmo a dosagem mais alta apresentou bom retorno, conclusão partilhada por MARTIN-LEAKE (1948 e 1950), que alerta contudo para o fato de que estes custos levarão em torno de 10 anos para terem retorno.

Com base em resultados anteriores LINCOLN et al., (1948), apresentam relatório onde recomendam uma ampliação do uso do pó de basalto na Ilha Maurício, para recuperar os solos esgotados das regiões úmidas.

Os trabalhos tem continuidade com FEILAFÉ (1950, 1952 e 1954), que instala novo experimento, com parcelas de 215 e 431 t/ha e após "cinco cortes, a dosagem de 431 t/ha apresentou um acréscimo total na produção de 66 t/ha de cana, o que dá uma média de 14 t/ha a mais ao ano, em solo com produção média anual de 71 t/ha. é razoável supor que solos com

fertilidade mais baixa apresentem resultados mais espetaculares. Isto pode ser inferido da tendência que os resultados do basalto podem tranquilamente ser esperados ainda por muitos anos adiante".

JULIEN & SORNAY (1955), também na Ilha Maurício, estudaram a utilização do pó de basalto em composto para sementeira de cana-de-açúcar, encontrando resultados negativos, o que atribuíram a falta de um adequado equilíbrio de outros elementos, principalmente nitrogênio, já que a adição de fertilizante foi reduzida em face a adição de basalto.

PARISH & FEILAFÉ (1958), relatam a instalação de mais um experimento com cana-de-açúcar com dosagens de 111, 222 e 444 t/ha de pó de basalto, do qual D'HOTMANN DE VILLIERS (1961) apresenta os resultados de 4 cortes, onde a dosagem de 444 t/ha apresentou em média um aumento de 100% sobre a testemunha, além das outras dosagens terem sido muito significativas. O autor cita experiências feitas com tomate em 1936, que cresceram em puro pó de basalto apenas adubado com nitrogênio. A esta se seguiram outros experimentos em vasos com aveia, milho e soja, todos exclusivamente adubados com nitrogênio e apresentando excelentes resultados. Soja, em pequenas parcelas, às quais foram aplicados cerca de 370 t/ha de basalto moído, produziu um acréscimo de 427% na primeira colheita.

Em trabalho seguinte (1962), o autor comenta as causas do aumento da produção devida ao basalto, e conclui que este acréscimo de produção se dá em função do fornecimento de nutrientes pelo basalto, rapidamente intemperizado nos solos extremamente ácidos, com elevadas temperaturas e

chuvas anuais de 2.540 a 4.445 mm ao ano.

GRINDROD (1953), relata que uma companhia de New Jersey, U.S.A. estava vendendo pó de pedreiras como fertilizantes, em 1953. Segundo o autor a companhia afirmava que cientistas da Connecticut Agricultural Experiment Station e da University of Missouri descobriram que as plantas podem obter potássio e elementos traço de rochas naturais, e que o uso de diabásio junto com composto orgânico sugere um eficiente método de agricultura.

BABARCZY (1954) escreve que videiras não só sobreviveram em detritos de basalto não intemperizados, como se desenvolveram normalmente desde que supridos de N.

KOZEL, (1963), relata vários métodos de recuperar solos degradados onde o revolvimento do solo a uma profundidade de 60 cm, aração com aplicação de basalto pulverizado e calcáreo, aumentou a umidade média dos 40 cm superficiais em 45% comparando com o conteúdo de umidade sob uma árvore.

RDSCHNICK et al. (1967) estudaram o efeito de basalto moído sobre as propriedades de um solo ácido e arenoso do Kalahari, em vasos, com dosagens de 0; 11,2; 22,4; 44,8; 89,6 t/ha, e culturas sucessivas de Lotononis bainesii, Stylosanthes guianensis e girassol. Após dois anos concluíram que ocorreu um imediato intemperismo e decomposição, sendo que no primeiro ano 4% da dosagem mais elevada foi solubilizada, formando sais solúveis de efeito fertilizante direto. O autor relata que:

O acréscimo de frações finas no solo foi pequeno e transitório, e apesar de se terem desenvolvido superfícies de adsorção ativas na primeira estação, o decréscimo da capacidade de troca de bases na segunda estação sugere que um aumento permanente nas propriedades de troca pelo basalto será pequena. O decréscimo na disponibilidade de fósforo, evidenciado por uma menor absorção deste

elemento principalmente no primeiro ano, sugere que se tenha desenvolvido um complexo de troca de ânions, da mesma maneira que o complexo de troca de cátions.

Os autores concluem ainda que apesar dos efeitos do basalto terem sido positivos inclusive quanto à produção, estes benefícios podem ser conseguidos de maneira mais econômica por outros métodos, e que no momento o uso do basalto não tem justificativa econômica.

SHRBENA (1973) avaliou vários tufos e tufitos basálticos em relação a mineralogia e micronutrientes, bem como em relação à capacidade de desintegração. Um estudo comparativo usando 20 e 100 t/ha, em vasos, com dois tipos de solo (arenoso e turfoso) mostraram aumentos de crescimento em ambas as doses e solos. O mais importante efeito foi a melhoria do pH, aumento das propriedades físicas e adsorptivas dos solos.

GILLMAN (1980) utilizou um solo altamente intemperizado da região tropical de Queensland, Austrália, misturando com resíduos de basalto de várias espessuras e em várias dosagens, mantendo-o em condições de umidade por 12 meses em laboratório. A capacidade de troca de cátions (CTC) aumentou de 9 para 14 meq/100g em relação direta com a taxa de aplicação e grau de finura do resíduo, bem como com o tempo de incubação. O aumento da CTC foi acompanhado por um acréscimo no cálcio, magnésio e potássio trocáveis. Os resultados sugerem que o basalto moído pode ser usado com sucesso para prevenir a perda de nutrientes catiônicos em solos altamente intemperizados dos trópicos.

BARAK et al. (1983), trabalhando com solos calcáreos de Israel, encontraram significativo aumento na nutrição de

ferro em amendoim, mediante a adição de basalto e tufos moídos. A uma taxa de 0,5% de rocha pulverizada (em peso) o conteúdo de clorofila das plantas dobrou em relação às que cresceram em solo não tratado. A taxa de 5% em peso, o efeito do pó de pedras foi igual ao de FeEDDHA. A efetividade do pó de pedras foi menor no segundo cultivo do mesmo solo.

#### 2. 4 - PESQUISA SOBRE USO DE BASALTO NO BRASIL

No Brasil também surgiram defensores da utilização do pó de basalto, inicialmente como substituto do calcáreo (KAVALARIDZE 1978), bem como fornecedores de macro e micronutrientes, como atestam dois textos mimeografados assinados por Jürgen SAUCK (1980a e 1980b). Também os seguidores da Agricultura Alternativa recomendam o uso de pó de basalto como fornecedor de elementos minerais ao solo, isoladamente ou em composto orgânico, geralmente baseados em recomendações de origem européia, como as de KÖEPF et al (1984). Quanto a pesquisas realizadas com basalto ou diabásio em condições brasileiras, com exceção dos trabalhos relativos a caracterização química ou mineralógica praticamente inexistem na literatura. Cite-se os trabalhos sobre tufitos, em Minas Gerais, realizados por NOVAIS (1969) e NOVAIS & BRAGA FILHO (1970).

Especificamente com relação ao comportamento do basalto no solo em condições brasileiras, encontram-se os trabalhos de ECOSTEGUY et al (1985 e 1987), onde foram aplicados resíduos de britagem de rochas basálticas originárias de dois locais diferentes ( Osório e Salvador do Sul - RS) em

dois solos (Latossolo Vermelho Escuro e Podzólico Vermelho Amarelo) do Rio Grande do Sul, em dosagens de até 100 t/ha e incubadas à capacidade de campo por 10 meses. "Os resultados obtidos indicaram que a aplicação de pó de basalto elevou os teores de K, Na, Ca, Mg, Mn e P apenas no primeiro mês de incubação, decrescendo a seguir". "As variações texturais registradas foram insignificantes". Os autores concluíram, que nas condições do experimento, não houve resposta satisfatória na liberação dos principais elementos químicos ao solo, nas aplicações inferiores a 25 ton/ha.

### 3 - MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 - CARACTERIZAÇÃO DO SOLO:

Foi utilizado um Latossolo Vermelho Escuro distrófico A moderado textura média fase floresta tropical subperenifolia relevo suave ondulado, conforme classificação da EMBRAPA (LARACH et al, 1984), derivado do Arenito Caiuá, coletado no município de Terra Roxa do Oeste, na propriedade de Leomar Frederigo, em área cultivada com café a no mínimo 15 anos, manejada no limpo, sem qualquer cobertura vegetal, com excessão de culturas intercalares de arroz, feijão, amendoim ou milho. A coleta foi realizada no mês de fevereiro de 1987, em uma mancha de solo de baixa fertilidade, onde os cafeeiros apresentavam desenvolvimento significativamente menor que no restante da área. A lavoura como um todo se apresentava em franca decadência devido à degradação do solo pela erosão e conseqüente perda da fertilidade, o que se agravava na área de coleta.

Foi coletada uma camada superficial de 25 centímetros, nas ruas dos cafeeiros, apenas removida a resteva da cultura de milho plantada na safra anterior. Foram coletados cerca de 500 Kg de solo que foi seco ao ar, peneirado e subdividido em parcelas de 5 Kg colocados em vasos de plástico onde foram misturadas as doses de basalto.

### 3. 2 - CARACTERIZAÇÃO DO BASALTO:

Em trabalho preliminar, foram caracterizados 9 tipos de basalto de diversas pedreiras comerciais do estado do Paraná (FEIDEN et al, 1989), dos quais foi escolhida a amostra nº 5, por apresentar teores relativamente balanceados dos elementos, representar relativamente bem a média dos demais materiais e por ser a fonte mais próxima do local onde foi coletado o solo. Esta amostra é referente a pedreira municipal de Nova Santa Rosa, localizada nas margens do Rio Guassu, onde foram coletados 200 Kg do resíduo de peneiras. Este material foi passado em peneira de 200 mesh. A análise química dos teores totais foi feita por dissolução da rocha pelo método dos ácidos perclórico-fluorídrico, conforme HERMANN (1975), e a determinação dos elementos pelas seguintes metodologias todas segundo HERMANN (1975):

a) Ca, Mg, Mn, Cu e Zn, por espectrofotometria de absorção atômica.

b) Fe, por espectrofotometria de absorção atômica, com chama de ar-acetileno.

c) Al, por espectrofotometria de absorção atômica com chama de óxido nitroso-acetileno.

d) Na e K por fotometria de chama.

e) P, por colorimetria, conforme EMBRAPA (1979).

Também foi feita análise química do pó de basalto usando procedimento de análise de solo, sendo determinados Al, Ca+Mg, Ca, K e P conforme metodologia da EMBRAPA (1979);



Cu, Zn, Mn e Fe extraídos por HCl 0,1N, conforme RITCHEY et al. (1986) e determinado conforme HILDEBRAND (1977) e Si extraído com NaOH 0,5N e determinado por colorimetria, conforme SCHLICHTING & BLUME (1966).

Foi feita análise petrográfica microscópica, pelo Departamento de Geologia da UFFr.

### 3. 3 - DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado em vasos, usando o delineamento completamente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram estabelecidos da seguinte forma:

T1 = testemunha sem basalto.

T2 = 20 t/ha de basalto.

T3 = 40 t/ha de basalto.

T4 = 80 t/ha de basalto.

T5 = 160 t/ha de basalto.

T6 = 320 t/ha de basalto.

O experimento foi duplicado, sendo que uma série foi instalada sem qualquer adubação adicional além do basalto e outra série foi adubada com N, P, K, e S. A quantidade aplicada foi baseada na Solução de SARRUGE (1970), da qual foi aplicado um terço da recomendação de N, K e S, e um quinto da recomendação de P. Esta adubação foi feita para que houvesse um mínimo destes nutrientes disponíveis para as plantas, porém sem atender todas as necessidades dos elementos, para que se pudesse observar a extração destes elementos a

partir do basalto. Não foram fornecidos outros elementos às plantas além dos contidos no basalto.

Foram usados 5 Kg de solo para cada unidade experimental, sendo o adubo líquido misturado ao solo (na série adubada), foram aplicadas as doses de basalto, feita a homogeneização, o material foi colocado nos vasos e aplicada a água até a capacidade de campo. Após 7 dias foi plantada a cultura do trigo.

Dia 07 de julho de 1987 foi semeado o trigo, cultivar IAC-5 Maringá, com 8 sementes por vaso, sendo constatada a germinação seis dias após. Aos 9 dias ocorreu um ataque de Diabrotica speciosa controlado com uma aplicação do inseticida Thiodan, a dosagem de 1,5 l de produto comercial por 100 l de calda. Dia 13/08/87 foi feito desbaste, deixando-se 4 plantas por vaso.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação e foi regado com água deionizada em quantidade igual para todos os vasos.

A colheita foi feita dia 29 de outubro de 1987, medindo-se previamente a altura do maior perfilho e fazendo-se a média de quatro plantas por vaso. O material colhido foi colocado em sacos de papel, e seco em estufa a 60° C até peso constante (FICK et al, 1976), sendo após pesado em balança analítica separando-se colmo e folhas das espigas e posteriormente pesando-se os grãos. Também foram separadas as raízes do solo, porém como ocorreram alguns problemas durante a separação e os dados não eram muito confiáveis, os mesmos não foram utilizados.

### 3. 4 - ANÁLISES DO TECIDO VEGETAL

Para efeitos de análise de laboratório foram utilizados os grãos e palha. O item palha foi composto pelos colmos, folhas e palha das espigas. O material seco em estufa foi moído em moedor de plantas Braun, ressecado a 60° C (FICK et al, 1976) e posteriormente feita a digestão por via seca com solubilização em HCl 10% a quente conforme HILDEBRAND (1977), sendo K, Ca, Mg, Mn, Al, Fe, Cu e Zn determinados por absorção atômica e P determinado por colorimetria, também conforme HILDEBRAND (1977). O nitrogênio foi determinado pelo método de Kjeldahl, conforme descrito por HILDEBRAND (1977).

### 3. 5 - ANÁLISE DO SOLO

A análise granulométrica, foi feita pelo método do densímetro modificado, conforme EMBRAPA (1979).

A análise química de rotina, também conforme EMBRAPA (1979).

O Fe, Cu, Zn e Mn foram extraídos pelo HCl 0,1 N conforme TUCKER & KURTZ (1955) e determinados por espectrofotometria de absorção atômica, conforme HILDEBRAND (1977).

Foi feita uma análise do solo logo após a coleta do material, porém posteriormente se observou que os resultados apresentavam contaminação com magnésio, razão pela qual estes dados não foram utilizados. As comparações dos resulta

dos de análise de solos foram feitas com os dados das testemunhas, obtidos após a colheita do experimento.

### 3. 6 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi feita com os dados relativos aos grãos e parte aérea. O item parte aérea constitui-se da somatória dos dados dos grãos e da palha. Obtidos os dados foi calculada análise de variância para níveis de probabilidade de 5 e 1%, bem como comparação de médias através do teste de Tukey e por regressão não linear, comparando-se as dosagens de basalto no solo, com dados de altura de plantas, produção de grãos e matéria seca na parte aérea, bem como com o peso dos nutrientes absorvidos pela planta e acumulados ns grãos e na parte aérea.

## 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4. 1 INTRODUÇÃO:

A análise granulométrica inicial da camada arável do solo utilizado (de 0 a 25 cm de profundidade) apresentou 75,8% de areia, 9,8% de silte e 14,4% de argila, enquadrando-se na classe textural franco arenoso, tanto pela classificação do IAC como do USDA (JORGE, 1986).

A análise química inicial desta mesma camada apresentou os seguintes resultados: pH (CaCl<sub>2</sub>)= 5,8; Al<sup>+++</sup>= 0,0 meq/100g; H+Al= 1,94 meq/100g; Ca+Mg = 2,4 meq/100g; Ca<sup>++</sup>= 1,3 meq/100g; Mg<sup>++</sup>= 1,1 meq/100g; K<sup>+</sup>= 0,24 meq/100g; P= 9 ppm e C= 0,82 %. Posteriormente foram encontradas evidências de contaminação por Mg no laboratório, o que torna os dados relativos a Ca+Mg, Ca e Mg pouco confiáveis, sendo que na discussão dos resultados serão utilizados os dados das testemunhas, obtidos após a colheita do experimento.

A análise mostrou um solo com acidez fraca, ausência de Al<sup>+++</sup>, Ca<sup>++</sup> + Mg<sup>++</sup> baixo, Ca<sup>++</sup> baixo, Mg<sup>++</sup> alto, K<sup>+</sup> médio, P médio e C médio, segundo classificação do IAPAR (OLEYNICK 1987). Inicialmente havia sido proposto a utilização de um solo com baixos teores de nutrientes e saturação de 10 a 25% de alumínio trocável, para avaliar o efeito do basalto sobre o alumínio tóxico do solo. Na análise prévia

que definiu a escolha do local da coleta, este apresentava 0,5 meq/100g de  $Al^{+++}$  e teores menores de  $Mg^{++}$ . Porém uma vez coletado, seco e peneirado, a nova análise mostrou ausência de  $Al^{+++}$  e um teor mais elevado de  $Mg^{++}$ . Isto pode ter ocorrido em função da variação espacial do solo na área da coleta, e no caso do  $Mg^{++}$ , reforça a hipótese da contaminação do material com este elemento.

Os teores totais e "disponíveis" dos elementos no basalto estão nas Tabelas 1 e 2. Conforme a tabela 1, pode-se observar pelos teores totais de elementos P, Ca e Mg, que os mesmos não são muito altos, sendo que teoricamente seriam necessárias doses muito elevadas de basalto para atender as necessidades das plantas. O K e micronutrientes teoricamente poderiam atender as necessidades das plantas com dosagens em torno de 20 t/ha. No caso de Fe, Al, e Mn, sob condições ambientais que permitissem a solubilização dos mesmos, poderiam atingir níveis tóxicos em dosagens elevadas (MALVOLTA & KLIEMANN, 1985).

Os resultados obtidos pela extração dos elementos com extratores normalmente utilizados para avaliar fertilidade do solo (tabela 2), mostram que os elementos mais extraídos são o Ca e o P. Pela Tabela 3 (Resultados da Análise Petrográfica), observa-se que o Ca poderá estar contido nas vesículas de carbonatos e nos plagioclásios (como feldspatos calco-sódicos), facilmente intemperizáveis, segundo MELFI & LEVI (1971). No entanto, a percentagem total de Ca na rocha é pequena (Tabela 1), o que parece indicar que o material não parece ser muito promissor como fonte de Ca, apesar de parecer que a solubilização do elemento será rápida.

Tabela 01 - Teores totais do elemento no basalto

V		%					V		PPM	V
Ca	Mg	K	P	Fe	Mn	Al	Zn	Cu		
1,75	2,25	1,04	0,08	13,26	0,19	5,77	120	718		

Tabela 02 - Teores "disponíveis" do elemento no basalto

V		meq/100g			V	PPM				V
Al	Ca	Mg	K	P	Si	Mn	Zn	Cu	Fe	
0,05	10,1	1,1	0,36	660	7.625	320	3,7	57	2.220	

Tabela 03 - Resultados da Análise Petrográfica Microscópica

Mineral	%	Tamanho dos Cristais
Plagioclásio	49,7	0,2 - 0,6
Piroxênio (Augita/ Piogenita)	32,3	0,2 - 0,4
Minerais opacos	9,4	0,2
Cristais de Clorita	3,7	
Argilo-minerais	2,6	
Oxido de ferro	1,2	
Vesículas de Carbonatos (Calcita)	1,1	0,6

Tabela 04 - Parametros de Planta (médias de 5 repetições)

ton/ha basalto	H média cm	Peso Espigas g	Peso Grãos g	Peso P. Aérea g
a) com adubo				
0	85,7	5,20	3,25	14,1
20	84,9	6,77	4,48	16,5*
40	87,4	7,13*	4,89*	17,0**
80	86,6	6,71	4,13	17,3**
160	87,6	8,25**	5,50**	18,5**
320	83,9	8,91**	6,00**	18,0**
b) sem adubo				
0	82,5	1,99	1,35	5,6
20	74,8	1,34*	0,81**	4,2**
40	76,8	1,49	0,91*	4,3*
80	74,6	1,57	0,99	4,5
160	75,3	1,48	0,92*	4,3*
320	66,6**	1,00**	0,60**	3,0**

Significância em relação à testemunha: \* = t(0,05)      \*\* = t(0,01)

No caso do P, os teores totais são baixos (tabela 1). Segundo MELFI & LEVI (1971) e Cordani & Vandoros (1967, citados por RESENDE, 1976), o principal mineral acessório é a magnetita, seguida por olivina, apatita, quartzo e biotita. Pela Tabela 3, observa-se que a rocha utilizada possui 9,4 % de minerais opacos, onde possivelmente se encontra o P na forma de apatita  $(Ca_5PO_4)_3(F,Cl)$ . Comparando-se o teor total de P na rocha (Tabela 1) com o teor "disponível" (Tabela 2) observa-se que 82,5% do P estaria disponível imediatamente. Estes dados contudo devem ser vistos com reserva, uma vez que o extrator usado (Mehlich) superestima os resultados do P para o basalto, conforme MOTTA & FEIDEN (1989).

A alta "solubilidade" do Fe e baixa "solubilidade" dos demais elementos, parece estar de acordo com o esperado pela análise petrográfica, conforme MARCONI et al (1970).

#### 4. 2 RESULTADOS DE PRODUÇÃO

Os resultados expressos em termos de média de 5 repetições para altura média de plantas, peso seco de espigas, peso seco de grãos e peso da parte aérea, para as duas séries de investigação encontram-se na Tabela 4, onde se observa que os dados da série sem adubo, são muito inferiores à série onde ocorreu suprimento parcial de nutrientes, chegando a ser quase 4 vezes menor na média geral dos dados de peso seco da parte aérea.

Com relação à altura média de plantas não houve diferença significativa, com a aplicação de basalto no caso da



série com adubo (Figura 1). Já no caso da série sem adubo, ocorreu diminuição na altura de plantas de todos os tratamentos onde foi aplicado basalto, embora esta diminuição somente seja estatisticamente significativa para a dosagem de 320 t/ha (Anexo 1.1 e Tabela 3). Resultados semelhantes foram encontrados por SCHMIDT (1949).

A Tabela 4 e as Figuras 1, 2, 3 e 4 mostram que o efeito da aplicação de basalto foi grandemente influenciado pela aplicação de adubo químico, uma vez que de maneira geral, nas séries com adubação a tendência é de aumento dos dados de produção, mesmo que para alguns parâmetros este aumento apenas seja significativo nas dosagens mais altas. Na série sem adubo, os dados de produção das unidades experimentais tratadas com basalto são sempre menores que a testemunha, se bem que em algumas, apenas são significativas nas dosagens mais altas. Esta diminuição provavelmente foi causada por desequilíbrio de nutrientes provocada pela adição do basalto. Entre estes provavelmente esta o N, pois segundo ADAMS & STEVENSON (1964), rochas ígneas tem capacidade de fixar N na forma de  $\text{NH}_4^+$ , podendo o aumento do basalto no solo ter causado uma diminuição da disponibilidade do N já escasso. Outro elemento que pode ter sido fixado ou ter sua disponibilidade diminuída pela adição de basalto é o P, pois a diminuição da disponibilidade do mesmo pela adição de basalto foi observada por NEMEC (1950a) e por ROSCHNICK et al (1967). Neste caso a adição de ambos os elementos na série adubada deveria ter sido suficiente para saturar os sítios de fixação do elemento nas partículas do basalto adicionado e ainda atender às plantas.

FIGURA 1

### ALTURA MEDIA DE PLANTAS EFEITO DA APLICACAO DE BASALTO

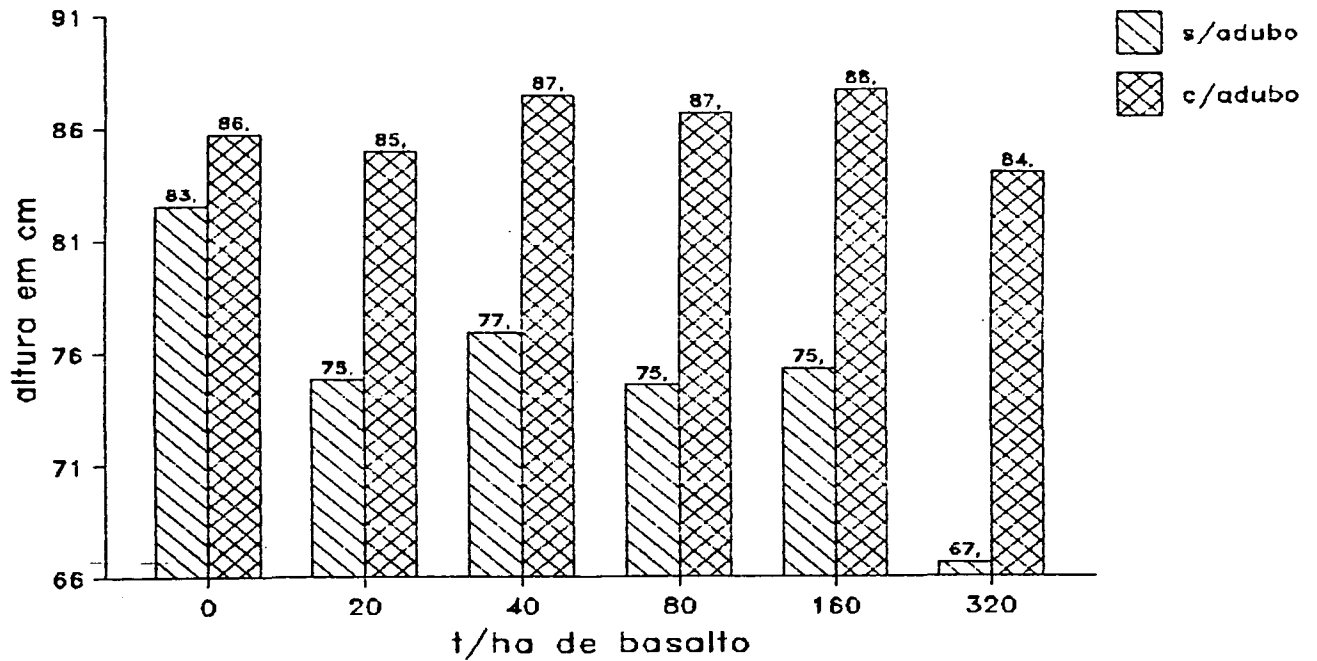


FIGURA 2

### PESO SECO DE ESPIGAS EFEITO DE DOSES DE BASALTO

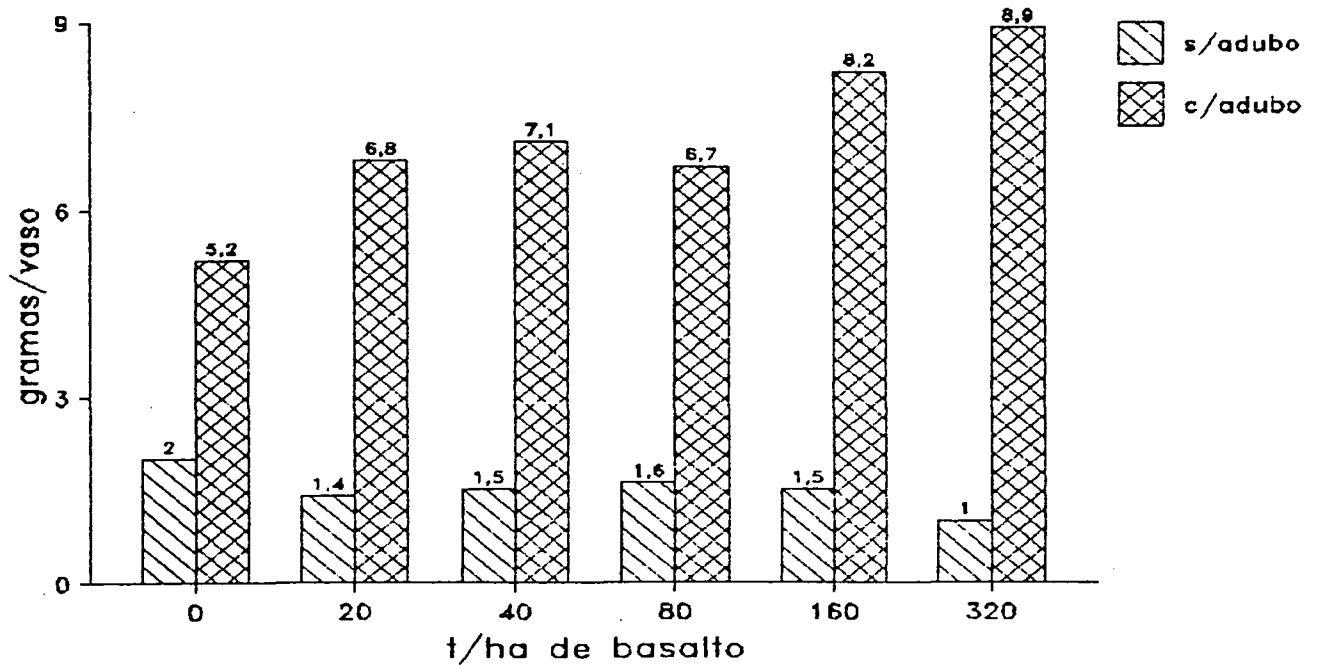


FIGURA 3

### PESO SECO DE GRAOS

EFEITO DE DOSES DE BASALTO

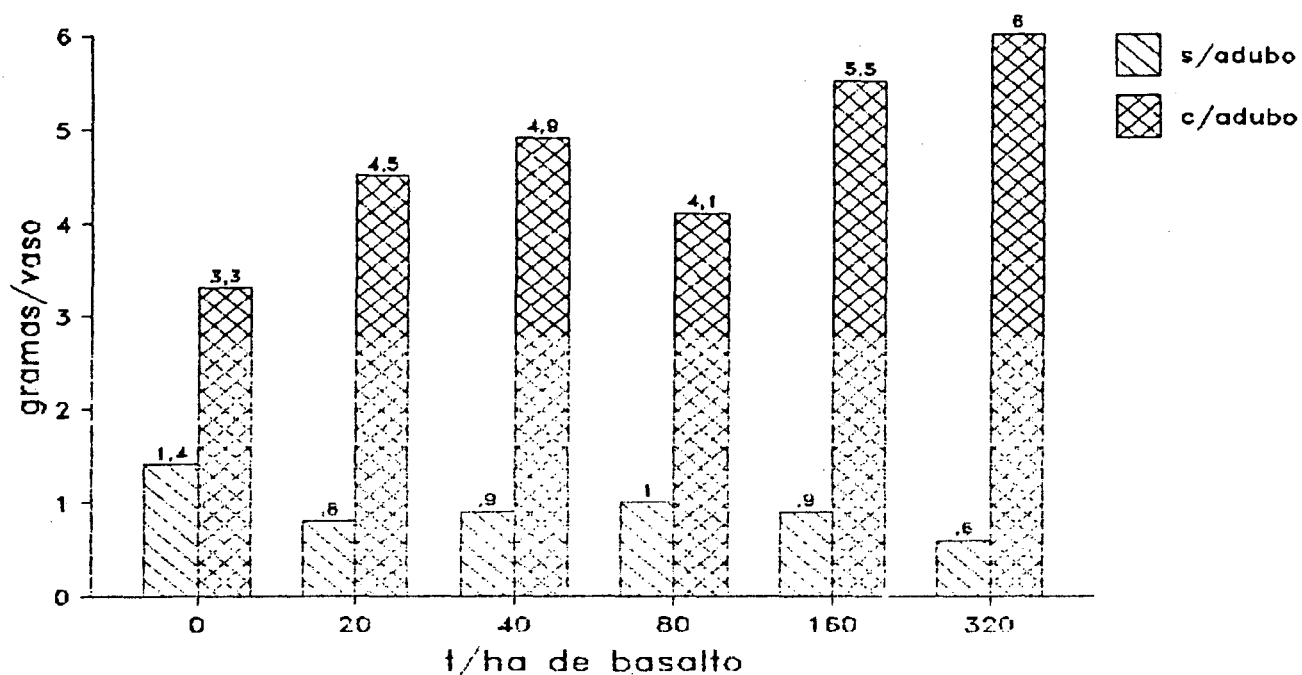
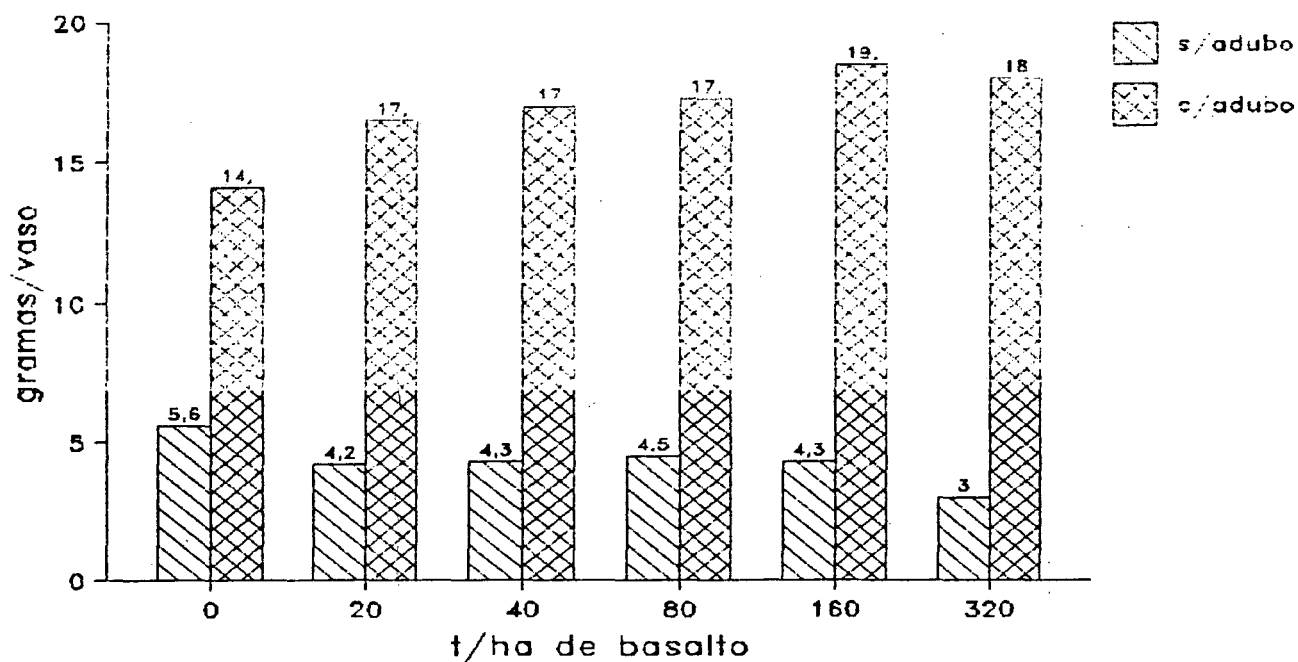


FIGURA 4

### PESO SECO DA PARTE AEREA

EFEITO DE DOSES DE BASALTO



A altura média de plantas, mostra que não houve influência do pó de basalto no caso da adubação, porém sem adubação ocorreu uma diminuição muito significativa da altura de plantas no tratamento com 320 t/ha de basalto (Tabela 4 e Figura 1).

O peso seco das espigas aumentou com a aplicação de basalto na série com adubação, tendo ocorrido um aumento de 71% sobre a testemunha na dosagem mais alta, sendo que os dois tratamentos mais altos foram altamente significativos estatisticamente. Já para a série sem adubação, ocorreu redução de peso seco das espigas, em relação à testemunha, chegando a uma diminuição de 50% (Figura 2 e Tabela 4). Em ambas as séries houve correlação altamente significativa entre as doses de basalto e o peso da espiga, porém a correlação foi negativa e baixa na série sem adubo ( $r=-0,61$  e  $r^2=0,37$ ) e apenas rasoável, embora positiva, na série adubada ( $r=0,75$  e  $r^2=0,57$ ), (Anexos 3.4 e 4.4).

Com relação ao peso seco dos grãos, os dados se comportam de maneira semelhante aos dados de peso seco das espigas, o que é explicável pelo fato da maior parte do peso da espiga ser constituída pelo grão. Na série com adubo, o valor da testemunha é 2,4 vezes maior que a da série sem adubo. Observa-se no entanto, que na série sem adubo, a significância aumenta, uma vez que passa a ser significativo a partir da dose de 20 t/ha, tendo como excessão o tratamento de 80 t/ha, que não é estatisticamente significativo em relação à testemunha (Tabela 4 e Figura 3). A correlação entre doses de basalto e peso do grão também é significativa, sendo os coeficientes de correlação respectivamente para as sé

ries sem e com adubo  $r=-0,57$  e  $r=0,67$ , e os coeficientes de determinação respectivamente  $r^2= 0,33$  e  $0,45$  para as mesmas séries (Anexos 5.4 e 6.4).

O peso seco da parte aérea (grãos + palha + colmo), apresenta valores crescentes a partir da dose de 20 t/ha, significativa a 5% de probabilidade e para as demais é significativo a 1% de probabilidade para a série com adubação. Já na série sem adubação, os tratamentos são todos menores que a testemunha, porém não são sequencialmente decrescentes com o aumento da dose de basalto, tanto que a dose de 80 t/ha não apresenta redução estatisticamente significativa. As dosagens de 40 e 160 t/ha são significativas em relação a testemunha a 5% de probabilidade, enquanto que a menor e a maior aplicação apresentam a maior redução (Tabela 4 e Figura 5). A correlação entre dose de basalto e peso da parte aérea é positiva e altamente significativa para a série com adubo, apresentando razoável correlação ( $r=0,79$  e  $r^2=0,62$ ), enquanto que é inversa e também altamente significativa, para a série não adubada, com correlação menor que a anterior, porém ainda assim expressiva ( $r=-0,76$  e  $r^2=0,57$  conforme Anexos 7.4 e 8.4).

Inicialmente havia sido previsto a análise dos dados referentes ao desenvolvimento radicular, porém devido a problemas ocorridos durante a separação das raízes do solo, estes dados ficaram prejudicados, não tendo sido possível utilizá-los na presente discussão.

A diferença entre os dados obtidos nas testemunhas das duas séries, mostram que o solo utilizado apresenta severas deficiências nos elementos que foram suplementados

Tabela 05 - Resultados de Análise de Solo no final do Experimento  
média de 5 repetições

Trat.	pH	meq/100g						PPM				
		CaCl <sub>2</sub>	Al	H+Al	Ca+Mg	Ca	Mg	K	P	Fe	Mn	Zn
a) sem adubo												
0	5,0	0,0	1,6	1,4	1,0	0,4	0,08	4	9	14	1,0	3
20	5,2	0,0	1,5	1,5	1,0	0,5	0,09	13	46	17	0,9	4
40	5,6	0,0	1,1	2,0	1,5	0,5	0,10	21	82	23	1,3	5
80	5,4	0,0	1,5	1,7	1,2	0,5	0,09	41	155	42	1,1	5
160	6,1	0,0	0,8	3,0	2,5	0,5	0,14	78	351	65	1,3	7
320	6,0	0,0	0,9	2,5	1,9	0,6	0,12	120	475	86	2,3	11
b) com adubo												
0	5,0	0,0	1,6	1,5	1,2	0,3	0,08	18	9	28	1,1	3
20	5,1	0,0	1,4	1,5	1,1	0,4	0,07	24	40	32	1,1	3
40	5,2	0,0	1,3	1,8	1,4	0,4	0,09	34	70	34	1,4	4
80	5,6	0,0	1,1	2,0	1,5	0,5	0,10	52	144	44	1,2	6
160	5,8	0,0	1,0	2,5	1,9	0,6	0,11	93	271	76	1,8	7
320	6,2	0,0	0,7	2,9	2,4	0,5	0,11	122	497	76	2,3	12

Tabela 06 - Macronutrientes nos Grãos (mg/vaso)  
(médias de 5 repetições)

Trat.	N		P		K		Ca		Mg	
	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad
0	21	69	4,7	11	6,5	15	2,5	6,9	2,2	3,0
20	13**	90	3,2*	15	3,9**	22	1,0**	6,9	1,5**	5,1
40	14**	101*	3,4*	17**	4,3*	23*	1,1**	9,1	1,5*	6,8**
80	19	87	3,8	16	4,5*	20	1,6	6,2	1,7*	6,3**
160	15**	110*	3,6	20**	4,3*	27**	1,7	11,8	1,6*	8,1**
320	11**	118*	2,5**	17*	2,8**	27**	0,9**	9,4	1,0**	7,3**

Significância em relação à testemunha: \* = t(0,05%) \*\* = t(0,01%)

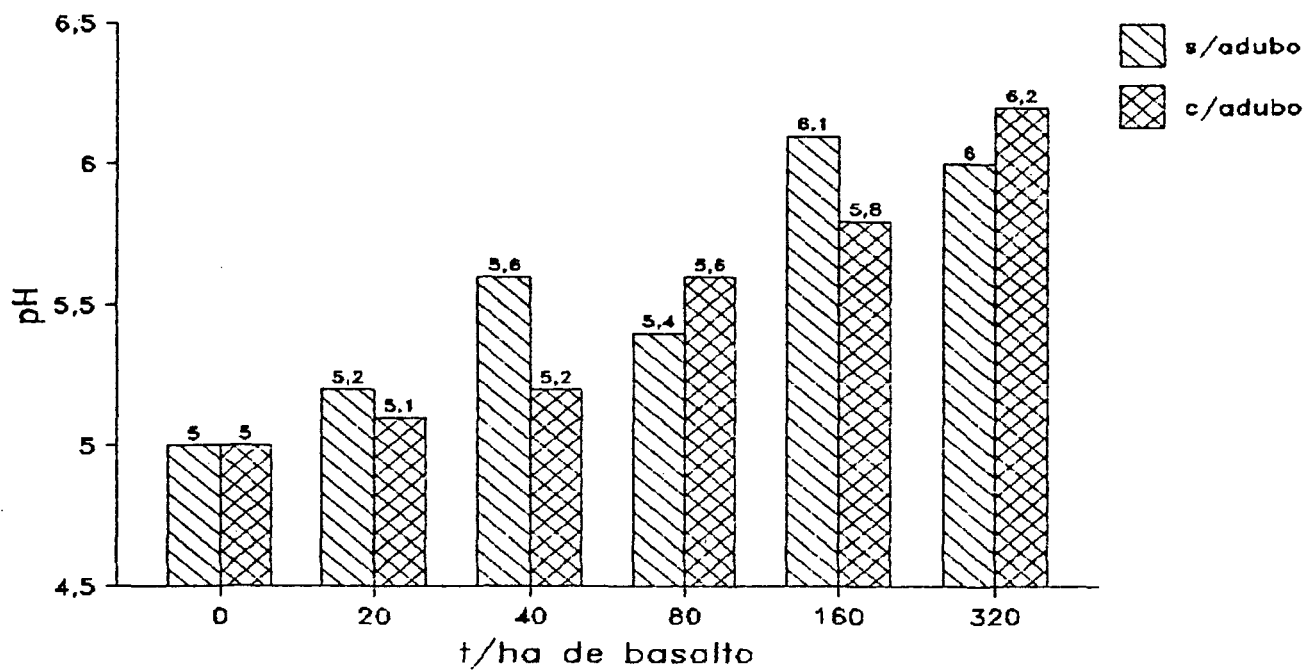
Tabela 07 - Macronutrientes na Parte Aérea (mg/vaso)  
(médias de 5 repetições)

Trat.	N		P		K		Ca		Mg	
	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad
0	40	173	7,1	22	49	181	11,3	64	6,6	15
20	26**	199	5,9	28*	41	192	9,5	87	4,7**	19*
40	27**	204	6,0	30**	45	174	9,5	72	4,3**	23**
80	31*	201	6,3	30**	47	210	12,6	80	5,1*	22**
160	25**	219*	5,6	32**	42	215	9,3	70	4,0**	24**
320	19**	212	4,8**	27	33**	203	9,2	66	2,9**	20**

Significância em relação à testemunha: \* = t(0,05%) \*\* = t(0,01%)

FIGURA 5

pH DO SOLO  
EFEITO DE DOSES DE BASALTO



(N,P,K,S) uma vez que ocorreu alta resposta à aplicação da solução de adubo. Este fato é explicável em função dos resultados da análise de solo que mostram valores baixos para a maioria dos elementos (Tabela 5).

Como já foi citado anteriormente, a aplicação do basalto na série sem adubo possivelmente interagiu com algum fator limitante do solo, complexando ou competindo com os elementos nutritivos do solo, provocando uma diminuição da produção de matéria seca da planta. Uma outra possibilidade poderia ser a adição de algum elemento ao solo em grandes quantidades tornando-o nocivo para planta, o que parece não ser o caso dos elementos analisados, como se verá pelos dados a serem discutidos adiante. Porém o fato de ter ocorrido um aumento de produção de massa na série onde foi acrescentado um mínimo de nutrientes parece indicar que o ponto crítico deve ser o suprimento de um ou mais elementos, e que na sua ausência o basalto agrava ainda mais o desequilíbrio dos mesmos. Esta idéia pode encontrar apoio nos resultados obtidos por D'HOTMANN DE VILLIERS (1947 e 1961), EVANS (1947) e FEILAFÉ (1950, 1952 e 1954), que conseguiram bons resultados em cana-de-açúcar, melhorando a eficiência do basalto com altas dosagens de adubos químicos. Do mesmo modo, SCHMITT (1949), que apesar de não ter encontrado resultado positivo com farinhas de pedra, relata um tratamento de basalto + NPK onde este tratamento foi melhor que NPK isolado, e NEMEC (1952) encontrou os melhores resultados em parcelas com basalto + NPK.

Isto parece indicar que para ter ação efetiva, o basalto necessita um equilíbrio mínimo dos nutrientes que o



mesmo não fornece e que estavam ausentes nas unidades experimentais sem adubação química.

Por outro lado não ocorrendo o efeito do fator ou fatores limitantes, parece haver efeito positivo sobre a produção pela adição de basalto, porém isto apenas em altas dosagens, pelo menos a curto prazo, o que pode limitar a sua utilização na agricultura.

#### 4. 3 - RESULTADOS DE ANÁLISE DE SOLO

A tabela 5 mostra as médias das 5 repetições das análises de solo. Pela tabela, observa-se um aumento do pH em ambas as séries, queda da acidez potencial e aumento da disponibilidade de todos os elementos analisados, com a adição do basalto. Dos elementos adicionados pela solução de adubo e analisados (P e K), o segundo não mostrou aumento nos testes iniciais, sendo que o primeiro mostrou um aumento de 4 para 18 ppm na testemunha, como resultado da aplicação do adubo.

Não será aprofundada a discussão dos resultados da análise de solo, no presente trabalho, uma vez que a estes dados será dedicado trabalho específico e em maior profundidade servindo no entanto como referência para a discussão dos dados relativos aos elementos na planta.

#### 4. 4 - MACRONUTRIENTES NA PLANTA

##### 4. 4. 1 - Nitrogênio na Planta

O nitrogênio contido nos grãos e parte aérea do trigo é fortemente influenciado pela adubação aplicada ao solo, sendo que a quantidade acumulada pelas testemunhas da série com adubo é 3,2 vezes superior no grão e 4,3 vezes na parte aérea, o que é proporcionalmente superior aos dados de peso seco dos grãos e aos de peso seco da parte aérea (2,5 e 2,4 vezes superior respectivamente, Tabelas 6 e 7 e Figuras 6 e 7). Isto indica que na série adubada o N ocorreu em maior concentração, tanto na folha quanto no grão (Tabelas 8 e 9).

Com relação à adição de basalto, ocorreu um comportamento diferenciado entre a série sem adubo e com adubo, da mesma maneira que o peso seco dos grãos e da parte aérea, isto é, ocorreu um aumento da quantidade de N extraído na série com adubo e uma diminuição com a adubação basáltica na série sem adubo. Tanto o aumento como a diminuição do acúmulo de N nos grãos e na parte aérea se dão mais ou menos na mesma proporção do aumento e diminuição do peso seco dos grãos e parte aérea, o que indica que não houve acréscimo ou diminuição significativos nos teores de N nos grãos e na matéria seca, causada pelo basalto (Tabelas 8 e 9). No entanto

Tabela 08 - Concentração de Macronutrientes nos Grãos (%)  
(médias de 5 repetições)

Trat.	N		P		K		Ca		Mg	
	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad
0	1,57	2,16	0,36	0,35	0,49	0,45	0,18	0,21	0,17	0,10
20	1,55	2,03	0,39	0,35	0,48	0,48	0,13	0,16	0,18	0,11
40	1,58	2,05	0,38	0,36	0,47	0,46	0,13	0,19	0,17	0,14**
80	1,67	2,10	0,38	0,38	0,46	0,48	0,16	0,15	0,17	0,15**
160	1,60	2,04	0,39	0,37	0,46	0,48	0,19	0,21	0,17	0,15**
320	1,55	2,00	0,42	0,28**	0,47	0,45	0,14	0,16	0,16	0,12

Significância em relação à testemunha: \* = t(0,05) \*\* = t(0,01)

Tabela 09 - Concentração de Macronutrientes na Palha (%)  
(médias de 5 repetições)

Trat.	N		P		K		Ca		Mg	
	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad
0	0,44	0,96	0,06	0,10	1,00	1,52	0,21	0,52	0,10	0,11
20	0,39	0,89	0,08	0,10	1,11	1,41	0,25	0,65	0,22	0,11
40	0,39	0,84	0,08	0,10	1,21**	1,40	0,25	0,51	0,08	0,13
80	0,34*	0,88	0,07	0,10	1,22**	1,45	0,30	0,55	0,10	0,12
160	0,30**	0,81	0,06	0,09	1,11	1,45	0,22	0,45	0,07	0,12
320	0,34*	0,78*	0,10	0,08	1,25**	1,47	0,35*	0,48	0,08	0,11

Significância em relação à testemunha: \* = t(0,05) \*\* = t(0,01)

Tabela 10 - Peso de Al e Micronutrientes nos grãos (mg)  
(médias de 5 repetições)

Trat.	Al		Mn		Fe		Zn		Cu (µg)	
	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad
0	0,22	0,10	0,18	0,33	0,10	0,22	0,07	0,17	14	34
20	0,17	0,08	0,11**	0,34	0,05	0,18	0,05	0,20	9	50
40	0,29	0,15	0,11**	0,28	0,09	0,17	0,05	0,23	17	47
80	0,14	0,08	0,06**	0,20	0,11	0,23	0,05	0,20	20**	39
160	0,30	0,13	0,06**	0,27	0,10	0,33	0,05	0,26	10	56*
320	0,15	0,09	0,04**	0,23	0,06	0,35	0,03**	0,24	5**	51

Significância em relação à testemunha: \* = t(0,05) \*\* = t(0,01)

FIGURA 6

### PESO DO NITROGENIO NOS GRAOS DE TRIGO EFEITO DE DOSES DE BASALTO

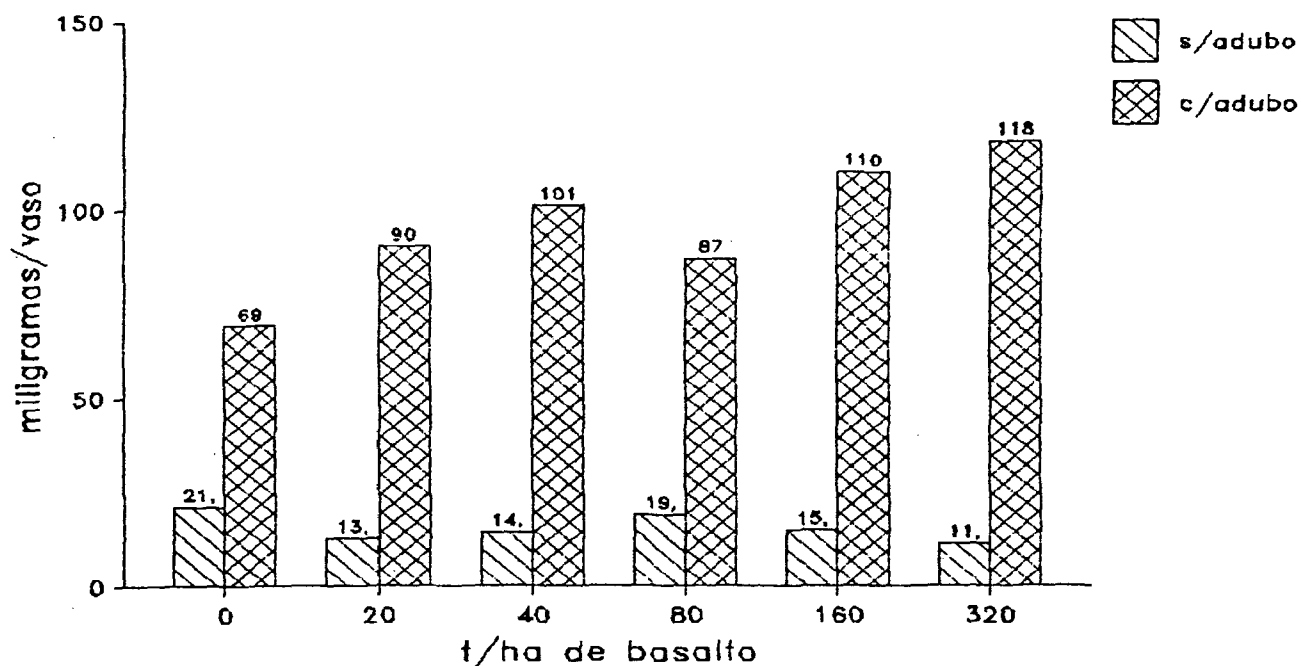
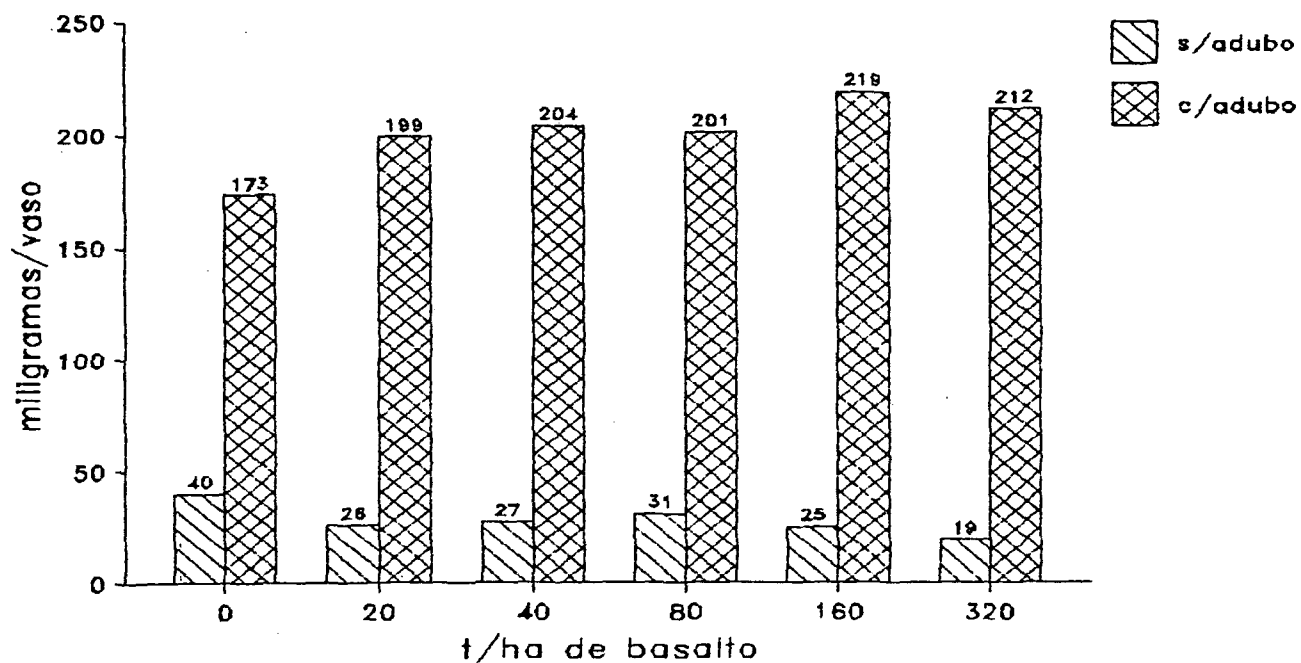


FIGURA 7

### PESO DO NITROGENIO NA PARTE AEREA EFEITO DE DOSES DE BASALTO



o efeito do basalto sobre a quantidade total de nitrogênio extraído do solo e acumulado nos grãos e na parte aérea foi significativamente maior para as parcelas com adubo, em dosagens de 160 e 320 t/ha de basalto. A dosagem de 40 t/ha foi significativa a 5% de probabilidade, porém a de 80 t/ha não diferiu estatisticamente da testemunha (Tabelas 6 e 7).

Já no peso total do nitrogênio da parte aérea, não houve aumento estatisticamente significativo para adição de pó de basalto na série com adubo, enquanto que na série sem adubo em todos os tratamentos ocorreu uma significativa redução do N acumulado, embora esta redução não seja linear, uma vez que a dosagem de 80 t/ha somente é significativa a 5% de probabilidade, enquanto que as demais são significativas a 1% de probabilidade (Tabela 7 e Figura 7).

Nenhum autor cita o basalto como fonte de N para as plantas, e ao contrário, citam a necessidade de fornecer adubação nitrogenada aos tratamentos (EVANS 1947; BABARCZY 1954 e D'HOTMANN DE VILLIERS 1961).

Por ser um elemento indispensável ao crescimento das plantas, principalmente como contribuinte de compostos orgânicos de primordial importância no desenvolvimento das mesmas, tais como aminoácidos, proteínas e ácidos nucleicos, a sua deficiência se caracteriza por pequena taxa de crescimento (MENGEL & KIRKBY, 1982), pouca produção e produtos de baixa qualidade (PAGEL et al, 1982 e AMBERGER, 1983). As características mostradas pelas plantas do tratamento sem adubo indicam que um dos fatores responsáveis pelo pouco desenvolvimento constatado nesta série deve ter ocorrido em função do baixo suprimento deste elemento.

Isto é comprovado pelos dados da Tabela 9 que mostra que as médias dos teores de N na palha da série com adubo são cerca de duas vezes superiores à série sem adubo, e os teores desta série ainda decrescem significativamente para as dosagens mais altas. A concentração na palha varia de 0,44 a 0,30 %, sendo que a concentração de 1,0 % já é considerada baixa (MALAVOLTA, 1987). Mesmo a concentração na palha da série com adubo ainda assim é baixa, fato que ocorre porque o nitrogênio aplicado pela solução de adubo não atende completamente às necessidades das plantas, uma vez que é apenas um terço da recomendação. Também os teores de N nos grãos, na série com adubo são superiores aos da série sem adubo, porém não há variação significativa com a adição de basalto (Tabela 8). Isto significa que houve um aumento de N extraído e acumulado nos grãos uma vez que não houve redução da concentração de N no tecido, com o aumento da produção de matéria seca. Este aumento de matéria seca deve ter ocorrido também a nível de raiz, permitindo uma maior absorção. O simples aumento de matéria seca sem um melhor aproveitamento do N poderia causar um efeito de diluição, diminuindo ainda mais a concentração.

ADAMS & STEVENSON (1964), relatam que fragmentos de rochas constituídas por silicatos primários e granitos (pigmatitos) adsorvem amônia. Os autores constataram que o valor da amônia não extraível por KCl 1,0N superava em 3 a 15 vezes o valor do extraído. Segundo os autores haveria uma adsorção do  $\text{NH}_4^+$  com alta energia de ligação em arestas e clivagens da superfície das partículas.

Como o N contido no solo em sua grande maioria está

na forma orgânica (PAGEL et al, 1982), e isto deve ocorrer principalmente no solo altamente lixiviado utilizado no experimento, na sua mineralização o N passa pela forma de  $\text{NH}_4^+$ , e na hipótese do basalto possuir o mesmo tipo de comportamento, não se pode descartar a idéia de que o N, já escasso no solo, possa ter sido fixado pelo basalto, o que poderia explicar o efeito depressivo das dosagens mais elevadas deste. Nesta hipótese, o N aplicado na série com solução de adubo deveria ter sido suficiente para saturar os pontos de fixação da amônia no basalto e ainda atender às necessidades da planta, pois grande parte do N aplicado estava na forma amoniacal ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$  e  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ).

Enquanto o peso seco da parte aérea aumenta significativamente para todas as dosagens de basalto na série adubada o mesmo não acontece, pelo menos a níveis de significância estatística com o N acumulado. Já nos grãos, com exceção da dosagem de 80 t/ha, todas as demais são significativamente maiores (Tabela 4). Relatos referentes a uma melhor absorção do N do solo são encontradas em D'HOTMANN DE VILLIERS (1949) e NEMEC (1952).

Não houve correlação entre doses de basalto e N acumulado na parte aérea, e a correlação entre doses de basalto e N no grão, apesar de significativa é baixa ( $r=0,66$  e  $r^2=0,44$ ) o que indica que deve haver outros fatores além do basalto interferindo no acúmulo de N nos grãos (Anexos 9 a 12).

#### 4. 4. 2 - Fósforo na Planta

Os resultados do fósforo na série sem adubo, tanto para grãos como para parte aérea, apesar de apresentar médias que diferem estatisticamente entre si, não caracterizam nenhuma relação lógica entre aumento de dosagem de basalto e diminuição do P na planta, apesar de todas as médias serem inferiores às testemunhas (Tabelas 6 e 7, Figuras 8 e 9).

Para a série com adubo, o P acumulado no grão é estatisticamente maior a nível de 1% de probabilidade, nas dosagens de 40 e 160 t/ha e a 5% de probabilidade na dosagem de 320 t/ha, não sendo significativo na dosagem de 80 t/ha, apesar de ser maior que a testemunha (Tabela 6). O P acumulado na parte aérea é estatisticamente significativo a 5% de probabilidade na dosagem de 20 t/ha, a 1% nas doses de 40, 80 e 160 t/ha, e deixa de ser significativo na dosagem mais elevada, o que parece indicar uma inflexão na curva de acúmulo do elemento nesta dosagem (Tabela 7).

A correlação entre dosagens de basalto e o P acumulado nos grãos, na série adubada, foi razoável porém com baixo coeficiente de determinação, apesar de altamente significativa ( $r=0,66$  e  $r^2=0,44$ ), enquanto que a correlação entre as dosagens de basalto e o peso do P na parte aérea foi um pouco melhor, mesmo continuando com coeficiente de determinação baixo, o que indica que deve haver outros fatores envolvidos na absorção do P ( $r=0,72$  e  $r^2=0,52$ , conforme Anexos 13 a 16).

A Tabela 5 mostra que a aplicação de basalto aumen



FIGURA 8

## PESO DO FOSFORO NOS GRAOS DE TRIGO EFEITO DE DOSES DE BASALTO

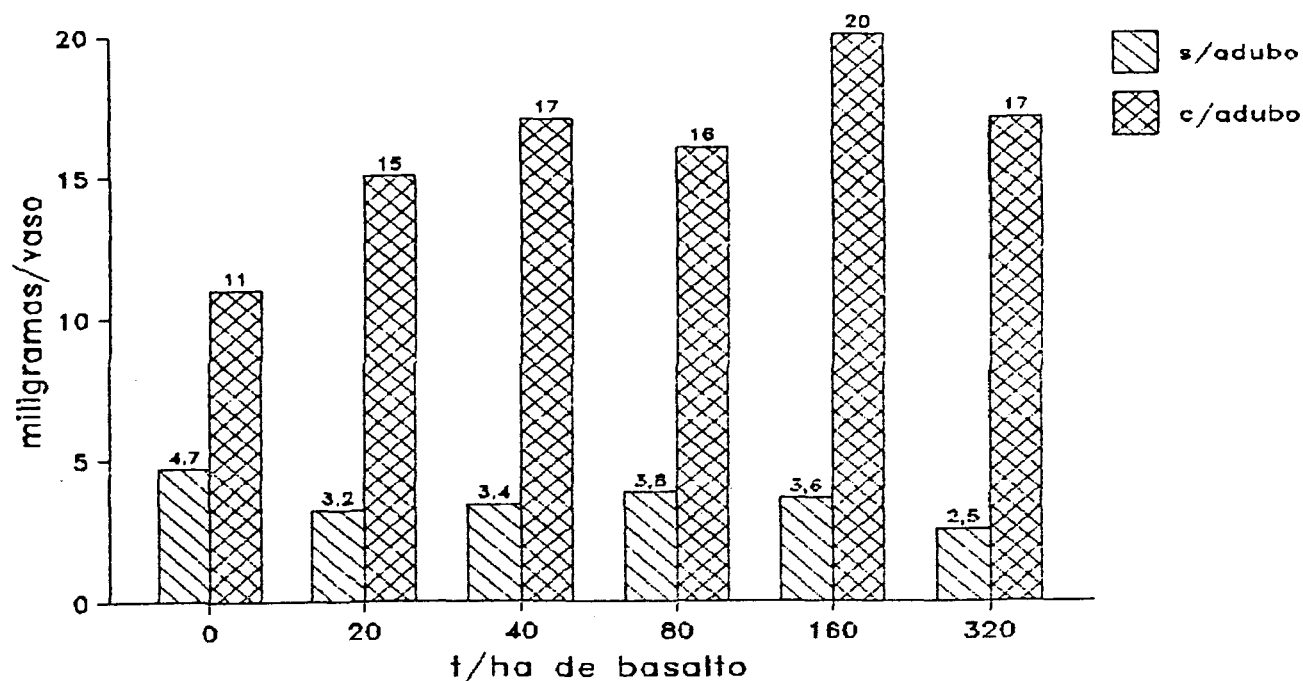
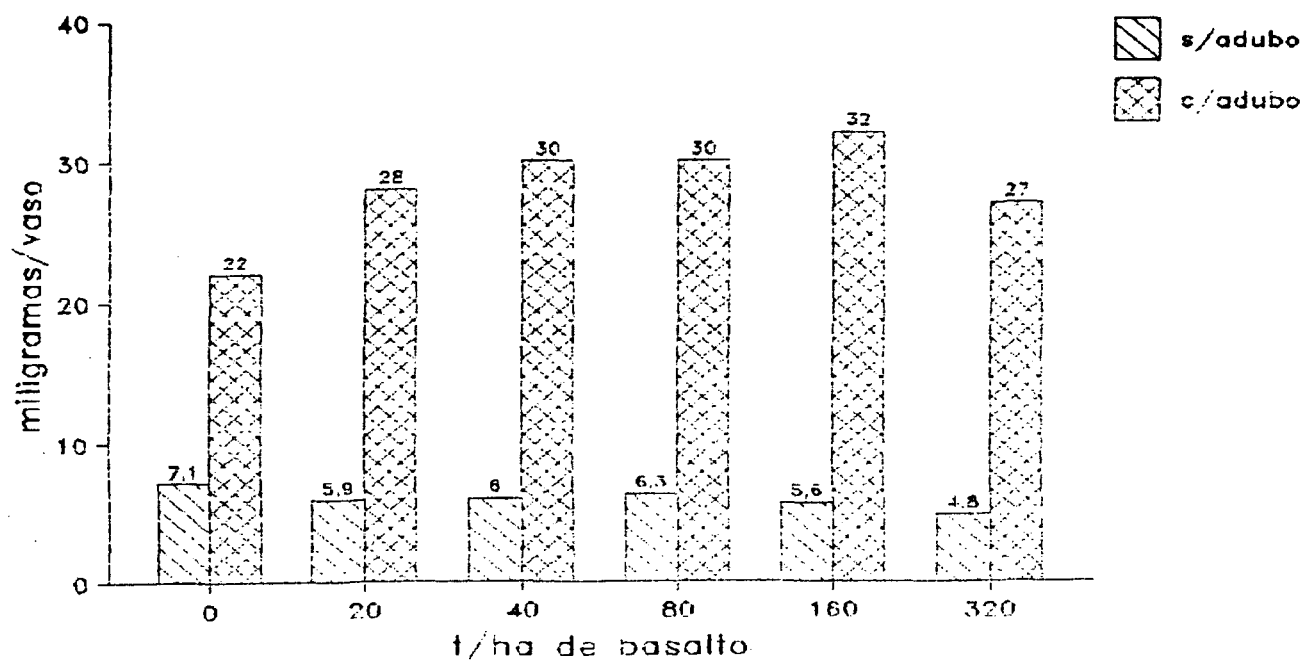


FIGURA 9

## PESO DO FOSFORO NA PARTE AEREA EFEITO DE DOSES DE BASALTO



tou em muito os teores de P no solo. Porém como a extração foi feita com extrator ácido, que parece atacar o basalto e extrair P insolúvel para as plantas, de maneira semelhante ao que acontece com fosfatos naturais estes dados devem ser vistos com reserva (MOTTA & FEIDEN, 1990).

Os teores totais de P no basalto são baixos (Tabela 1), apesar destes serem aparentemente facilmente disponíveis (Tabela 2). Porém esta solubilidade provavelmente é decorrente da ação do extrator utilizado e não representa a efetiva presença do nutriente à disposição das plantas. Além disto, nenhum autor recomenda o basalto como fonte de P, sendo que SACHSE (1927) citado por GOTTSCHALL (1984) relata que ocorreu solubilização incipiente de P do basalto sem tratamento com solventes, e mesmo a ação de solventes fracos, como água quente, soluções de amoníaco e ácido sulfúrico a 1%, solubilizaram no máximo 2,02% do P contido na rocha basáltica. EVANS (1947) relata que a aveia não conseguiu extrair P do basalto, enquanto que ROSCHNICK et al (1967), observaram um decréscimo na disponibilidade do P do solo, diagnosticado pela diminuição da extração do P pela planta, atribuindo tal fato ao desenvolvimento de um complexo de troca de ânions. NEMEC (1952) obsevou que a aplicação isolada de basalto incrementava a reabsorção do ácido fosfórico, mas na aplicação do basalto juntamente com calcário, a reabsorção decresceu um pouco. Estas últimas citações poderiam explicar a redução do P acumulado na série não adubada, onde ocorreu uma redução na absorção do P com o aumento das doses de basalto. Já na série adubada, o P adicionado deveria ter sido suficiente para ocupar os sítios de fixação de P adi

cionados pelo basalto. Diferentes espécies tem diferentes capacidades de extração de P, explicável pelos exudatos de raízes: CO<sub>2</sub>, quelatos e ácidos orgânicos, segundo diversos autores citados por GOTTSCHALL (1984). Entre eles DOMONTOWITSCH et al (1923) cita que o tremoço tem alta capacidade de extração de P.

A concentração de P na palha do trigo para ambas as séries é baixa, conforme dados de MALAVOLTA (1974), embora a série com adubo seja um pouco superior à sem adubo (Tabela 9). Já os teores nos grãos não são significativos para a série não adubada, apesar de mostrarem uma tendência crescente (Tabela 8). A série com adubo apresenta concentração decrescente de P nos grãos, porém esta somente é estatisticamente significativa na dosagem de 320 t/ha. O fato de que mesmo a série com adubo apresenta baixa concentração do nutriente nos tecidos, pode ser explicado em função da dose aplicada pela adubação química ser baixa, uma vez que foi adicionado apenas um quinto da recomendação de P. A diminuição da concentração de P na planta ocorrida com o aumento das dosagens de basalto pode ser explicada pelo efeito de diluição do P na matéria seca produzida, pois o acúmulo total de P na planta aumentou com o aumento das doses de basalto na série com adubo.

#### 4. 4. 3 - Potássio na Planta

O K nos grãos apresentou valores 2,3 vezes maiores na

testemunha da série adubada em relação à série não adubada (Tabela 6 e Figura 10). Além disto, também ocorreu o efeito de acúmulo de K na série com adubo, significativo a 5% de probabilidade para a dosagem de 40 t/ha e a 1% de probabilidade para as dosagens de 160 e 320 t/ha. Na série sem adubo ocorreu diminuição significativa em relação à testemunha para todos os tratamentos, porém não de forma sequencial, já que apenas as dosagens de 20 e 320 t/ha foram significativas a 1% de probabilidade, enquanto que as demais foram significativas apenas a 5% de probabilidade.

Não ocorreu variação expressiva na concentração de K nos grãos, nem entre as séries e nem com a adição de basalto, o que indica que o aumento do K acumulado no grão se deu em função do aumento da matéria seca das plantas (Tabela 8).

Em ambas as séries a correlação entre o basalto aplicado e o K nos grãos foi baixa ( $r=0,63$  para série não adubada e  $r=0,65$  para série adubada) e coeficientes de determinação  $r^2=0,40$  e  $0,42$  respectivamente, mostrando que ocorre a interferência de outros fatores no processo (Anexos 17 a 20).

O K acumulado na parte aérea mostrou diminuição em relação à testemunha na série sem adubo, porém somente foi significativa na dosagem de 320 t/ha (Tabela 7 e Figura 11). Na série com adubo não ocorreu aumento estatisticamente significativo em relação à testemunha, apesar dos tratamentos com basalto apresentarem uma tendência de aumento.

A concentração de K na palha mostra um acréscimo de cerca de 50% na série adubada em relação à não adubada. Ao contrário dos dados de K extraído, a concentração apresenta

FIGURA 10

## PESO DO POTASSIO NOS GRAOS DE TRIGO

### EFEITO DE DOSES DE BASALTO

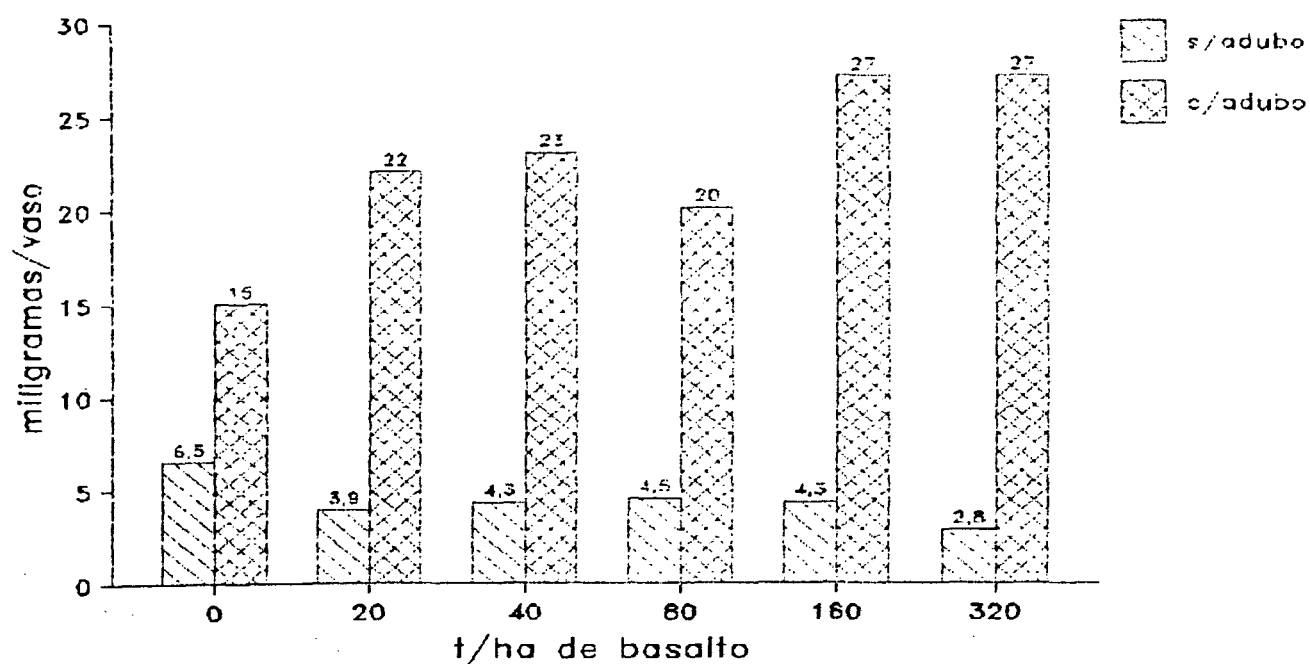
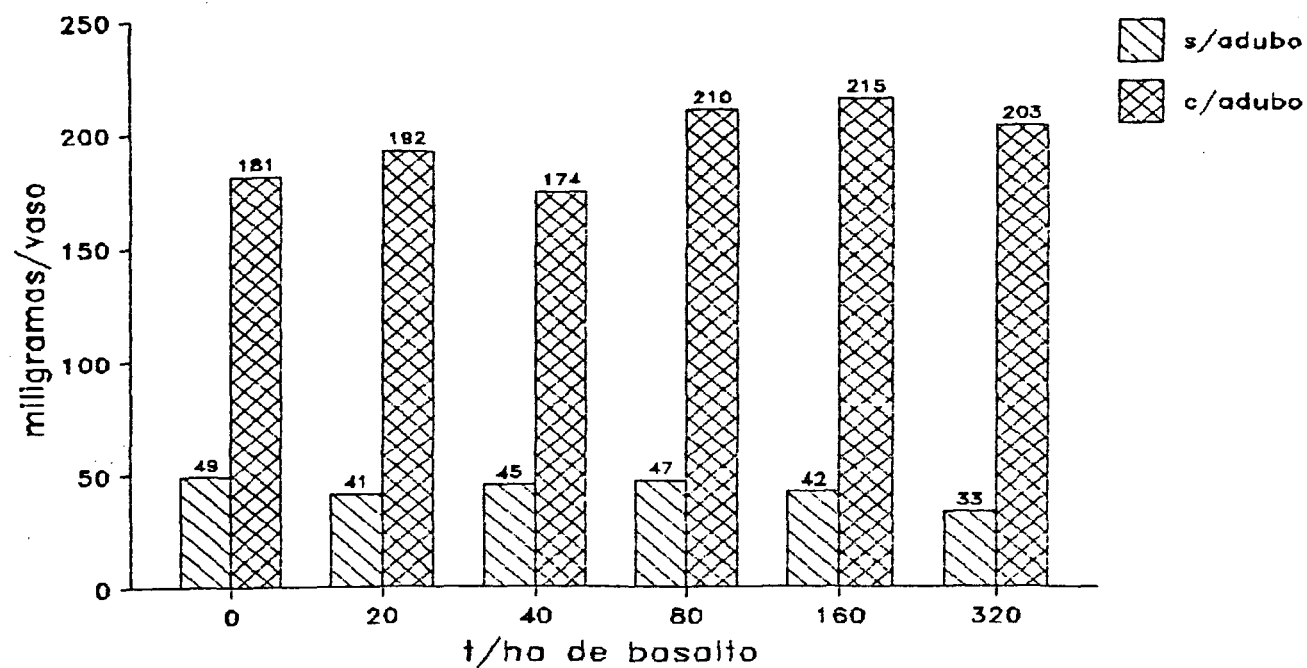


FIGURA 11

## PESO DO POTASSIO NA PARTE AEREA

### EFEITO DE DOSES DE BASALTO



uma tendência de diminuição com o aumento do basalto, embora não seja estatisticamente significativa, na série com adubo, e aumenta na série sem adubo. Este aumento é significativo a 1% de probabilidade nos tratamentos com 40, 80, e 320 t/ha (Tabela 9). Como ocorre diminuição da produção de matéria seca nesta série, este aumento dos teores de K na palha deve ocorrer devido ao efeito de concentração. Mesmo os teores mais baixos das folhas ainda atingem níveis médios de K (MALAVOLTA, 1974).

O basalto utilizado possui 1,04% de K, e possivelmente se encontra como feldspatos potássicos entre os plagioclásios, e entre os minerais acessórios, como biotita, junto com os minerais opacos (tabela 3). Pelo tamanho dos cristais que o constituem, segundo HIPOLITO (1972), o K estaria entre os elementos mais móveis, logo após o Ca ou do Ca e Na, o que parece indicar que houve alguma solubilização do K, e que seu aproveitamento foi dificultado por algum outro fator, na série sem adubo (Tabelas 1 e 2). O K no solo passa do nível baixo a médio, conforme tabela do IAPAR citada por OLEYNIK (1987).

O K, junto com o Ca e o Mg, é um dos elementos sobre os quais existem mais referências sobre sua absorção a partir do basalto. Sachse (1927), citado por GOTTCALL (1984), cita que ervilhas mobilizaram muito bem o K de basalto, enquanto que praticamente não ocorreu mobilização de Ca e P. O mesmo autor, citando Blanc (1914); Swanbac (1950); Ebert (1962) e Richer (1974), afirma que as plantas podem extrair K das rochas, desde que não haja disponibilidade de K facilmente solúvel. Sachse (1927) citado por GOTTCALL (1984)

mostrou que as ervilhas conseguiram extrair 5,3% do K total de farinhas de pedra, sem qualquer tratamento, porém quando a farinha de pedra foi tratada com ácido cítrico a 1% a extração foi de até 82% do K total. EVANS (1947) relata que a aveia conseguiu extrair razoável quantidade de K do basalto aplicado como fertilizante. Na mesma linha se reporta GRINDROD (1953). GILMANN (1980) cita um aumento da CTC do solo, acompanhado de aumento de Ca, Mg e K trocáveis.

#### 4. 4. 4 - Cálcio na Planta

Embora a solução de adubo não contivesse Ca os dados de acúmulo do elemento nos grãos apresentam valores muito menores na testemunha da série sem adubo, comparada com a testemunha da série com adubação química, os quais são 2,7 vezes maiores que os primeiros. Na série sem adubação, a adição de pó de basalto causou redução do Ca nos grãos, porém esta redução apenas é significativa estatisticamente a 1% de probabilidade nas dosagens de 20, 40 e 320 t/ha, não sendo significativa nas dosagens de 80 e 160 t/ha, apesar de ser menor que a testemunha (Tabela 6 e Figura 12). Na série adubada, ocorre aumento do Ca em todas as dosagens de basalto, porém nenhuma delas é significativa estatisticamente.

A concentração de Ca nos grãos não é significativa em nenhuma das duas séries, embora ocorra pequena diminuição nas duas séries com o aumento do basalto (Tabela 8).

FIGURA 12  
 PESO DO CALCIO NOS GRAOS DE TRIGO  
 EFEITO DE DOSES DE BASALTO

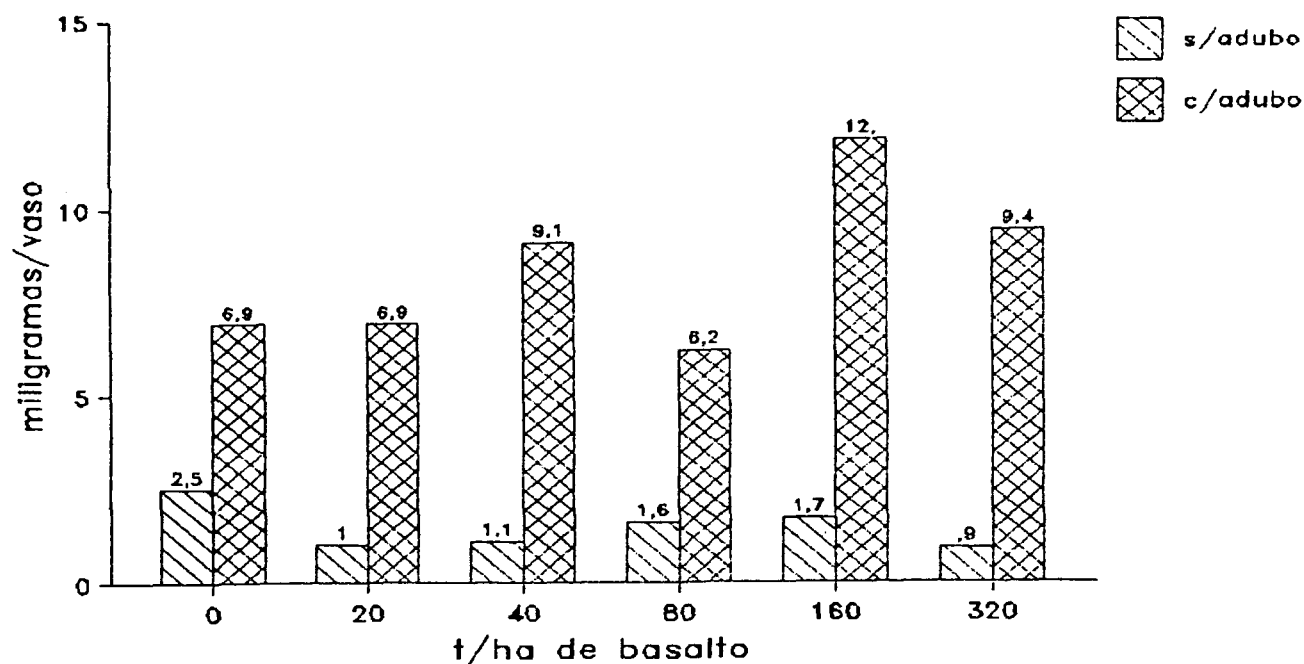
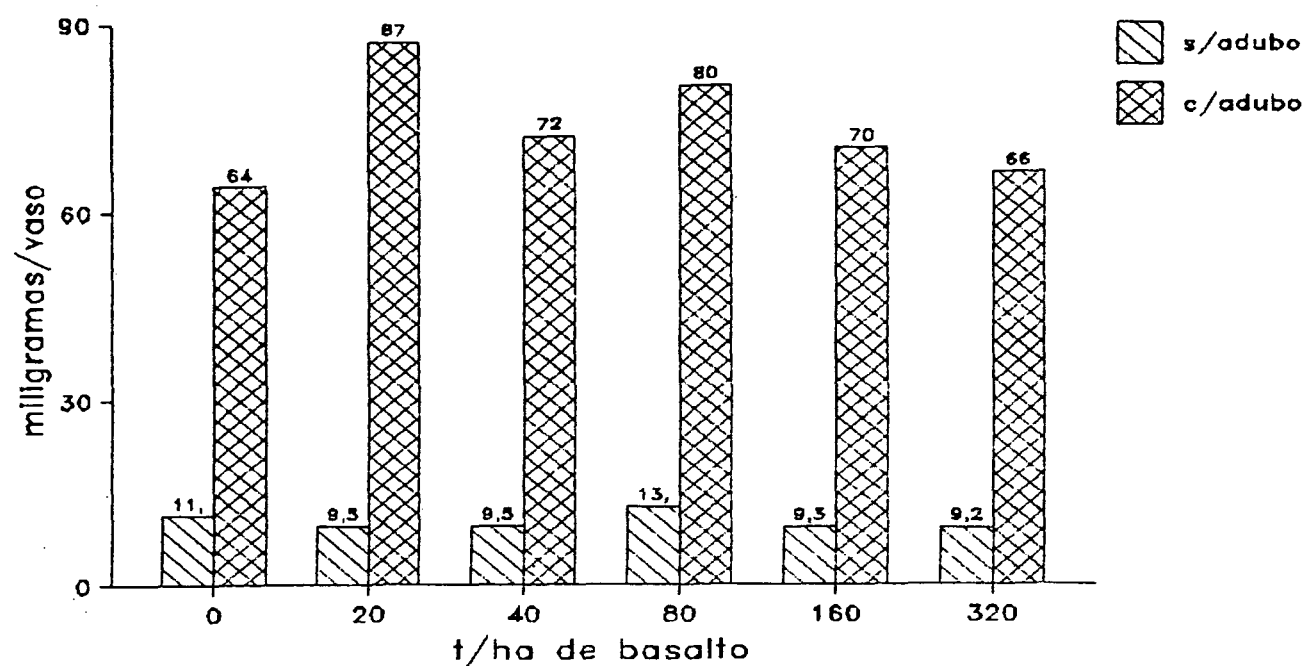


FIGURA 13  
 PESO DO CALCIO NA PARTE AEREA  
 EFEITO DE DOSES DE BASALTO





O Ca acumulado na parte aérea também foi fortemente influenciado pela aplicação de adubo, uma vez que a testemunha da série adubada possui 8 vezes mais Ca do que a testemunha da série não adubada (Figura 13). A adição de basalto não apresentou resultados significativos para o Ca em nenhuma das duas séries (Tabela 7).

A concentração de Ca na palha é cerca de duas vezes menor na testemunha da série sem adubo que a série com adubo (Tabela 9). Enquanto os dados da série com adubo praticamente não variaram com o aumento das doses de basalto, na série sem adubo há um aumento de concentração para a dosagem de 320 t/ha significativo a 5% de probabilidade (Tabela 9). Os teores de Ca na palha são baixos mas não a ponto de causar deficiência (MALAVOLTA, 1974).

O teor de Ca no solo aumenta em cerca de 100% nas duas séries, da testemunha para a dosagem mais alta, atingindo o limite entre o nível baixo e médio conforme classificação do IAPAR (OLEYNIK 1985), o que indica que deveria haver resposta na absorção de Ca com a aplicação de basalto (Tabela 5).

Conforme a análise petrográfica, deveria haver Ca no basalto, contido nos seguintes minerais: calcita, augita e plagiocásio (Tabela 3). Apesar da análise dos teores totais mostrar que a concentração de Ca no basalto é baixa (Tabela 1), este elemento deveria ser aquele com a maior solubilidade relativa. (HIPOLITO, 1972).

Na literatura, NEMEC (1952) encontrou acréscimos verdadeiramente consideráveis de Ca e N nas folhas de essências florestais tratadas com basalto, isolado ou acompanhado com

calcário. EVANS (1947) relata que apenas após o suprimento das necessidades de P, a aveia conseguiu extrair Ca e Mg. Esta última informação parece estar de acordo com os resultados obtidos, uma vez que a adição de adubo químico, que não continha Ca elevou consideravelmente a quantidade do elemento extraída pelas plantas, indicando que a limitação não foi eliminada para permitir que a planta pudesse utilizar o elemento do basalto.

#### 4. 4. 5 - Magnésio na Planta

Comparando-se as testemunhas das duas séries, observa-se que não houve um efeito substancial da solução de adubo com relação ao acúmulo do Mg nos grãos, ao contrário do que ocorreu com o Ca (Tabela 6 e Figura 14). No entanto é claro o efeito da aplicação de basalto sobre o acúmulo de Mg nos grãos: Ocorre um acréscimo de 2,7 vezes em relação ao peso do Mg da testemunha para a dosagem de 160 t/ha, na série com adubo.

Como no caso dos demais elementos, também para o Mg ocorreu uma diminuição dos nutrientes acumulados nos grãos com o aumento das dosagens de basalto na série sem adubo. Todas as dosagens aplicadas diferiram estatisticamente da testemunha, porém o decréscimo não foi sequencial, pois a menor e a maior dosagem (20 e 320 t/ha) apresentaram significância a 1% de probabilidade, enquanto que as demais doses (40, 80 e 160 t/ha) apenas foram significativos a 5% de probabilidade. Na série com adubo ocorreu um aumento do peso do

FIGURA 14

### PESO DO MAGNESIO NOS GRAOS DE TRIGO EFEITO DE DOSES DE BASALTO

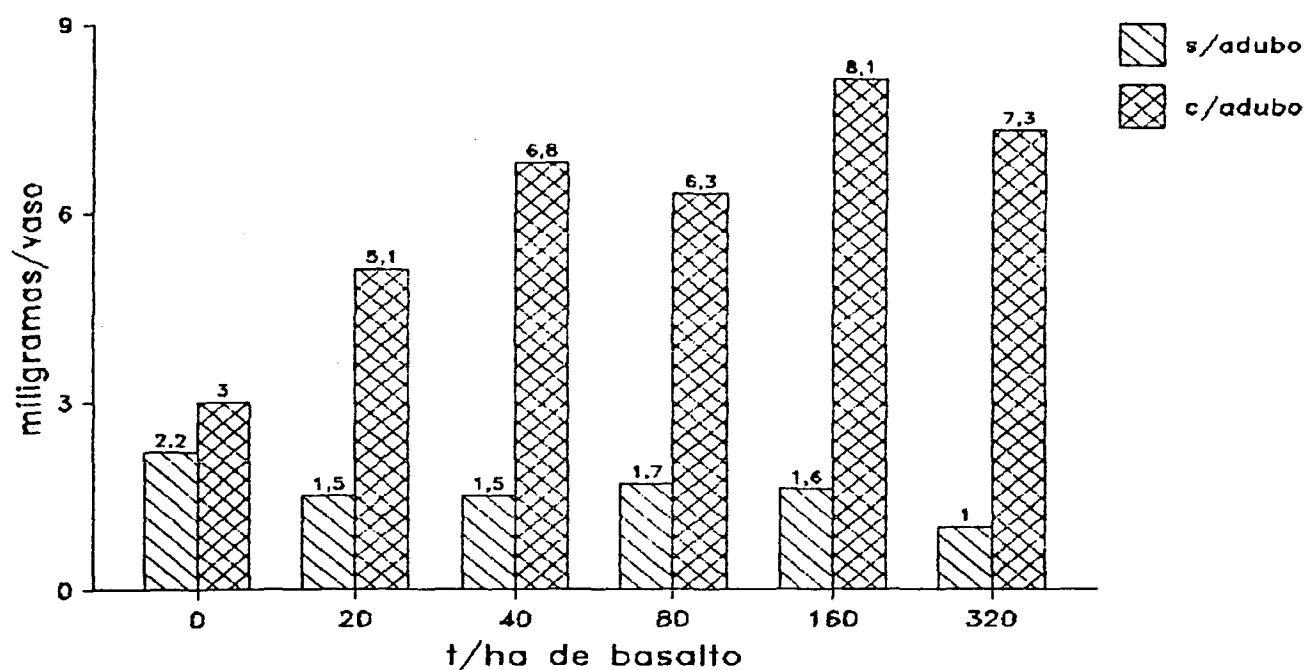
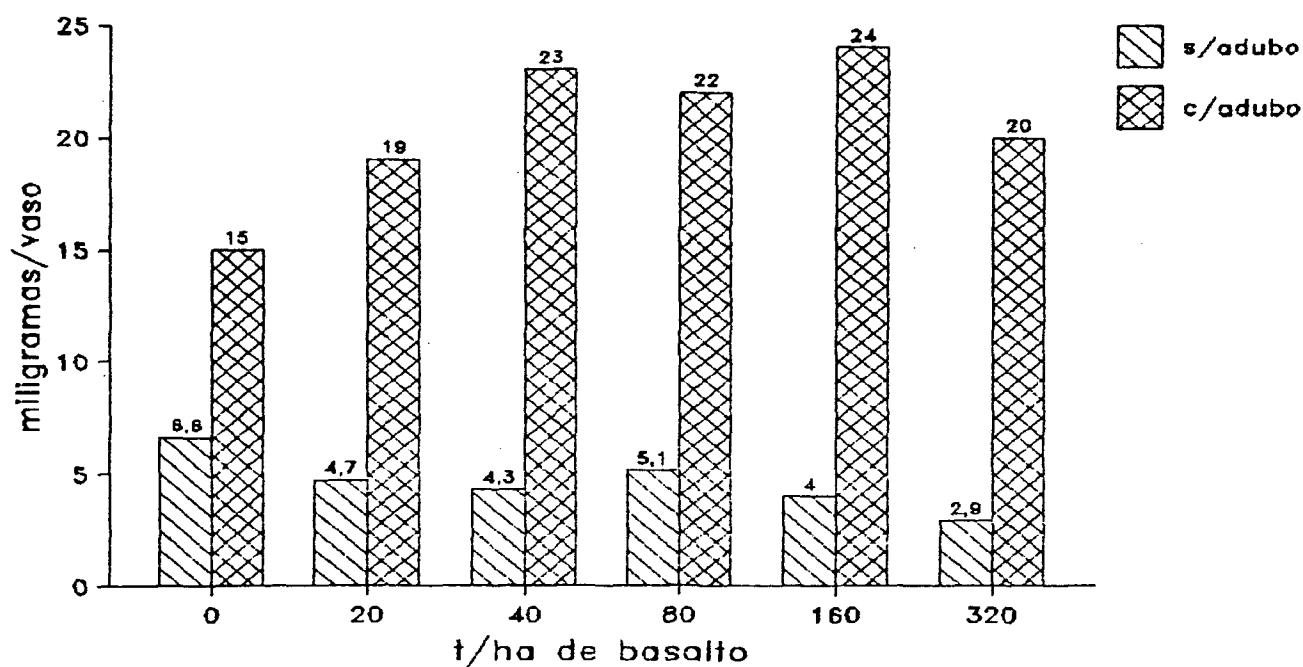


FIGURA 15

### PESO DO MAGNESIO NA PARTE AEREA EFEITO DE DOSES DE BASALTO



Mg nos grãos que diferiu estatisticamente da testemunha a 1% de probabilidade a partir da dosagem de 40 t/ha (Tabela 6 e Figura 14).

O teor de Mg nos grãos não se alterou significativamente na série sem adubo, enquanto que na série com adubo há um aumento significativo a 1% de probabilidade em relação à testemunha nos tratamentos de 40, 80 e 160 t/ha (Tabela 8). A série sem adubo apresenta maior concentração de Mg nos grãos que a série com adubo, o que pode ser explicado pela diluição do elemento no tecido dos grãos, devido à maior produção de matéria seca da série com adubo. Estes dados também mostram que o Mg não foi fator limitante para o desenvolvimento das plantas, uma vez que justamente naquelas que apresentaram um menor desenvolvimento ocorreu um efeito de concentração. Também indica que a diminuição do peso dos grãos com o aumento da dosagem de basalto, foi acompanhada por um menor acúmulo do elemento, na série sem adubo, uma vez que a concentração permaneceu constante (Tabelas 4 e 8).

A correlação entre doses de basalto aplicadas e peso do Mg nos grãos do trigo, foi negativa e altamente significativa, apresentando coeficiente de correlação  $r=-0,66$ , e coeficiente de determinação  $r^2=0,43$  sendo significativa para a série sem adubação. No entanto foi melhor para a série com adubação, onde foi positiva e significativa com coeficiente de correlação  $r=0,81$ , e coeficiente de determinação  $r^2=0,66$ , o que mostra que na presença de adubo, o basalto explica melhor o aumento do peso do Mg nos grãos, do que a diminuição na sua ausência (Anexos 25 e 26).

O acúmulo total do Mg na parte aérea do trigo foi

mais influenciado pela adubação química que o acúmulo do elemento nos grãos, uma vez que ocorreu um aumento de 27% no peso do Mg absorvido pela testemunha com adubo, em relação à testemunha sem adubo (Tabela 7 e Figura 15). O comportamento das duas séries com relação ao Mg da parte aérea seguiu o mesmo padrão dos demais elementos discutidos: Na série sem adubo em todos os tratamentos houve uma diminuição estatisticamente significativa a 1% de probabilidade em relação à testemunha, com exceção da dose de 80 t/ha que foi significativa apenas a 5% de probabilidade (Tabela 7). Na série com adubo, ocorreu um aumento do Mg absorvido com o aumento das doses de basalto, significativo a nível de 5% de probabilidade para a dosagem de 20 t/ha e a 1% de probabilidade para os demais tratamentos.

Praticamente não há diferença na concentração de Mg na palha entre as duas séries instaladas (Tabela 9). Em ambas as séries não há variação significativa da concentração em função das doses de basalto aplicadas, sendo que o aumento e a diminuição do Mg acumulado na parte aérea da planta, nas séries com e sem adubo é função da produção de matéria seca da planta, o que parece indicar que o Mg não é elemento limitante no solo, e que sua absorção foi influenciada pelas condições de crescimento da planta (Tabela 9). A comparação dos dados da relação da concentração do Mg no grão e na palha, mostra relações de cerca de 1:1,7 na série sem adubo e aproximadamente 1:1 na série com adubo (Tabelas 8 e 9), o que mostra que o Mg está concentrado muito mais na palha, do que a relação de 5:1 considerada ideal por MALAVOLTA (1974).

A correlação entre doses de basalto aplicado e peso

do Mg na palha foi negativa na série sem adubo e apresentou coeficiente de correlação  $r=-0,80$  e coeficiente de determinação  $r^2=0,64$  enquanto que a correlação foi positiva na série com adubo, apresentando coeficiente de correlação  $r=0,83$  e coeficiente de determinação  $r^2=0,68$ . Em ambas as séries a correlação obtida indica que há uma relação muito boa entre o basalto aplicado e o Mg acumulado na parte aérea, mostrando porém que há necessidade de um nível mínimo de nutrientes essenciais para que o Mg do basalto possa ser aproveitado (Anexos 27 e 28).

O basalto utilizado possui 2,25% de Mg total, sendo o elemento nutriente contido em maior proporção no basalto empregado, e provavelmente é constituinte dos plagioclásios e piroxênios (augita e piogenita) que constituem os minerais dominantes da rocha (Tabela 3). Em termos de solubilidade relativa, seria o terceiro, após o Ca e K, para minerais de tamanho inferior a 1 mm e seria um pouco menos solúvel em minerais maiores, onde teria solubilidade menor que Ca, Na, K, e Si (HIPOLITO, 1972).

A análise química mostrou um aumento de Mg no solo de acordo com o aumento da dosagem de basalto, sendo que o nível passou de baixo para médio, em ambas séries, o que significa que o elemento foi colocado à disposição das plantas, porém na série sem adubação este aproveitamento foi afetado por algum outro fator não identificado no presente estudo.

Isto parece estar de acordo com EVANS (1947) que relata que a aveia conseguiu extrair Ca e Mg do basalto após ter sido suprida a necessidade de P. O aumento do teor de Mg no solo, também é relatado por GILLMANN (1980). Por outro

lado, os dados diferem do relato de Sachse (1927), citado por GOTTCALL (1984) que relata que as ervilhas conseguiram extrair 3% do Mg total de rocha, apenas depois desta ter sido tratada com ácido cítrico a 1%.

Em resumo, os dados mostram que houve liberação do Mg pelo basalto e que este se tornou disponível para as plantas. No caso da série com adubação química, onde ocorreu um suprimento parcial de nutrientes básicos, as plantas puderam se desenvolver, tornando possível a utilização do Mg liberado. Na série sem adubação, as plantas foram limitadas por algum fator outro, que o Mg, e como seu desenvolvimento foi pequeno, não puderam utilizar o Mg que estava disponível.

#### 4. 4. 6 - Resumo Geral dos Macronutrientes

O comportamento geral dos macronutrientes nos grãos da série sem adubação pode ser observado na Figura 16. Por ela, nota-se uma tendência de decréscimo dos elementos acumulados nos grãos com relação ao aumento das dosagens de basalto, o que é explicável devido à redução do peso dos grãos na mesma proporção (Tabela 4). O elemento mais absorvido foi o N, seguido a grande distância pelo K e logo após pelo P. Seguem-se o Mg e o Ca, os quais apresentam relação bem estreita, sendo que dependendo da dosagem um pode superar o outro, embora na maioria dos pontos o Mg supere o Ca.

Os macronutrientes analisados na série com adubo mostram uma tendência levemente crescente de todos os elementos com o aumento das doses de basalto, embora não constante pa-

FIGURA 16

### MACRONUTRIENTES NOS GRAOS DE TRIGO

Sem Adubo Químico

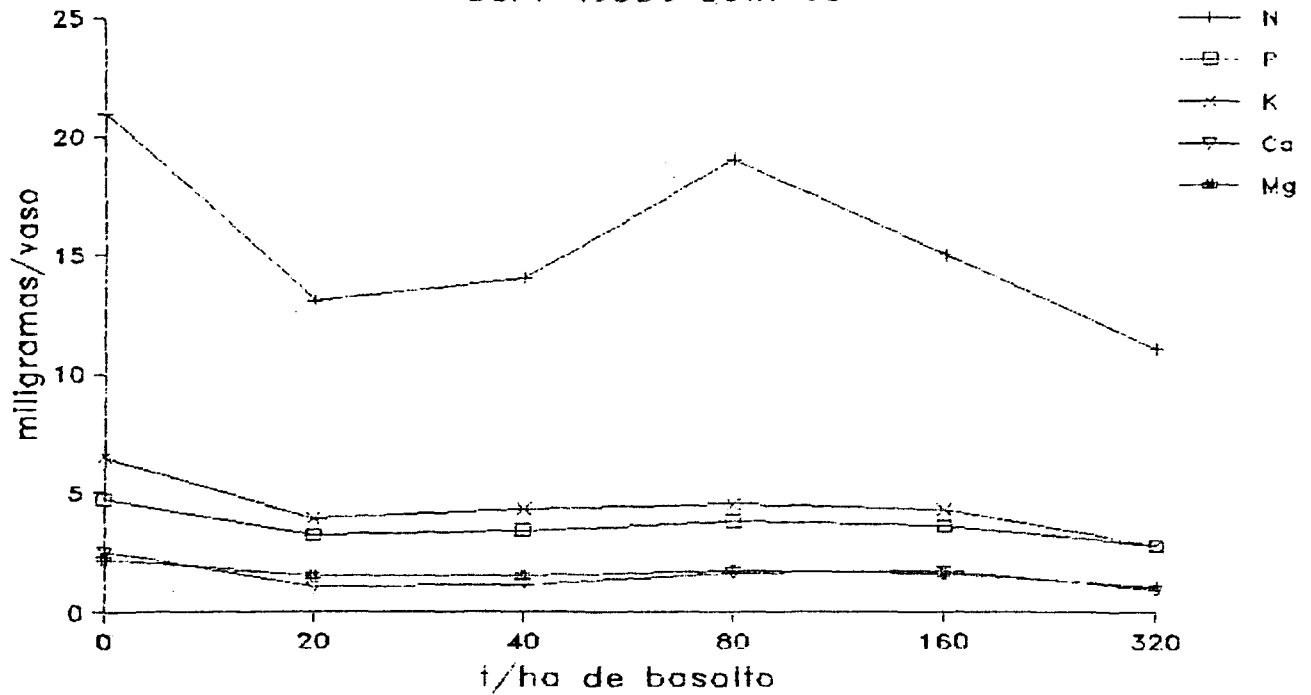


FIGURA 17

### MACRONUTRIENTES NOS GRAOS DE TRIGO

Com Adubo Químico

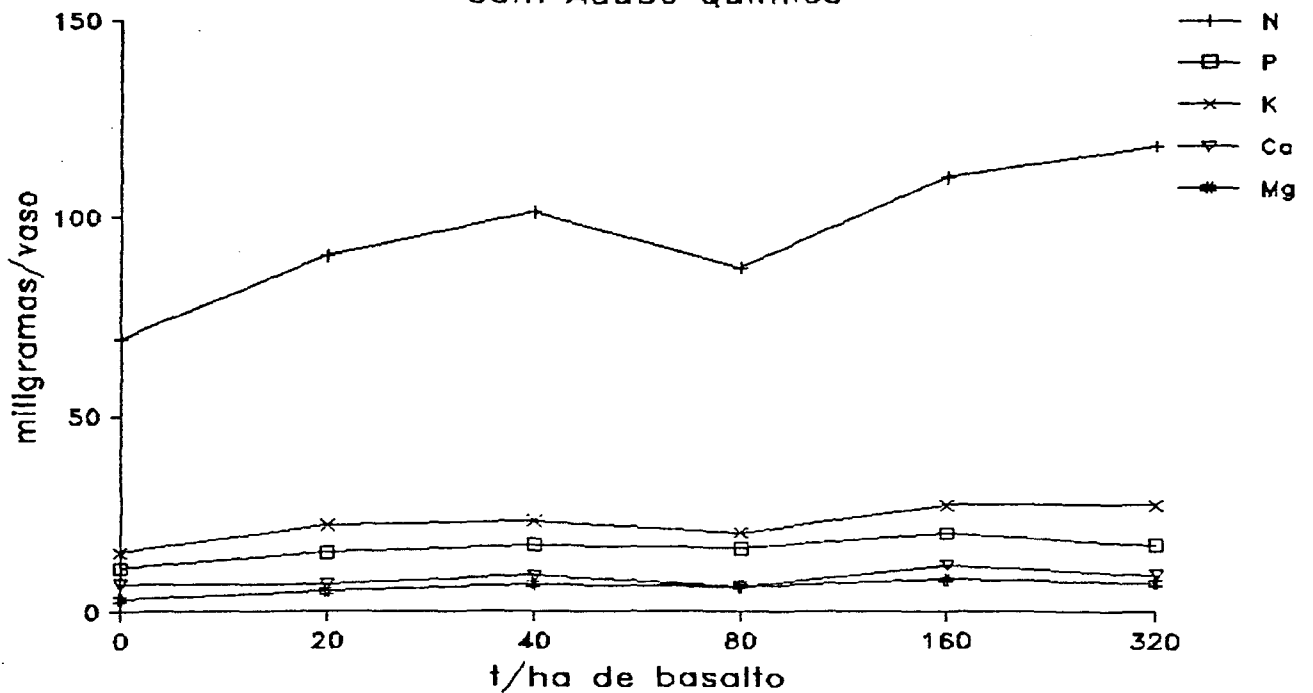




FIGURA 18

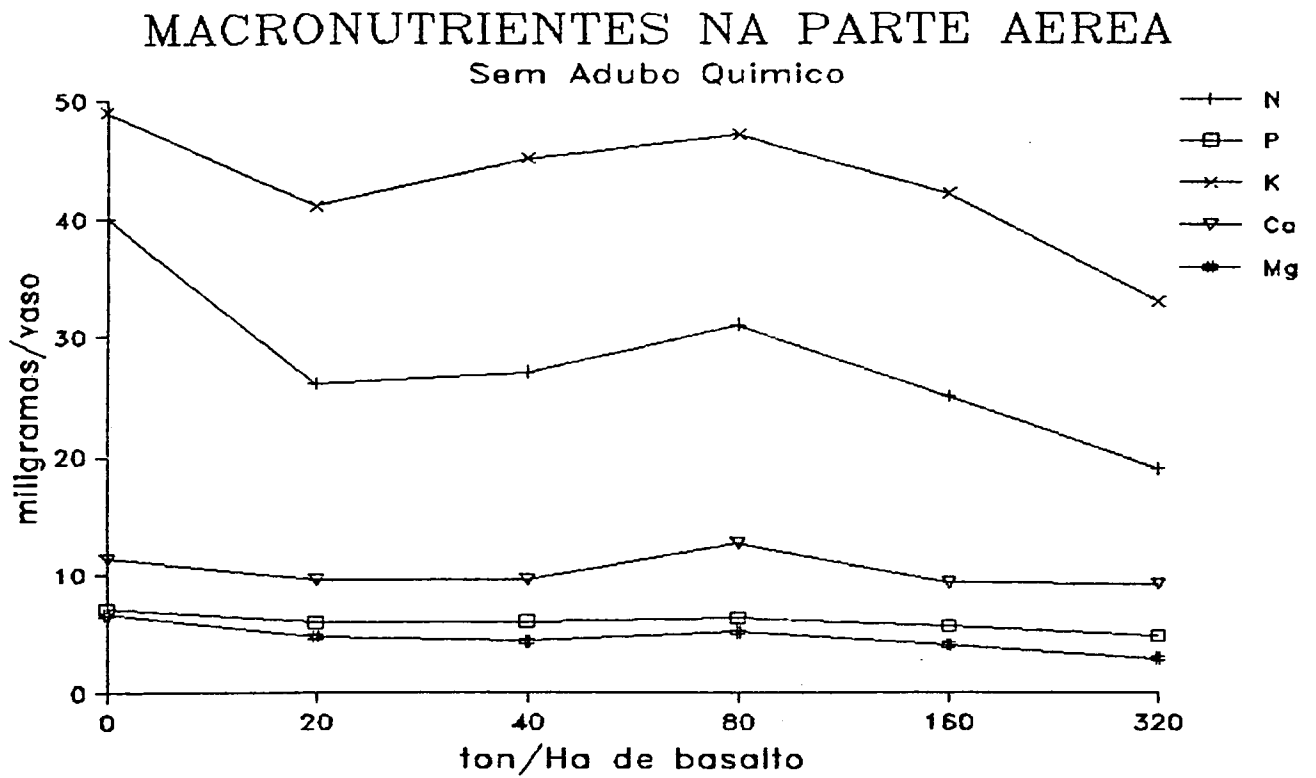
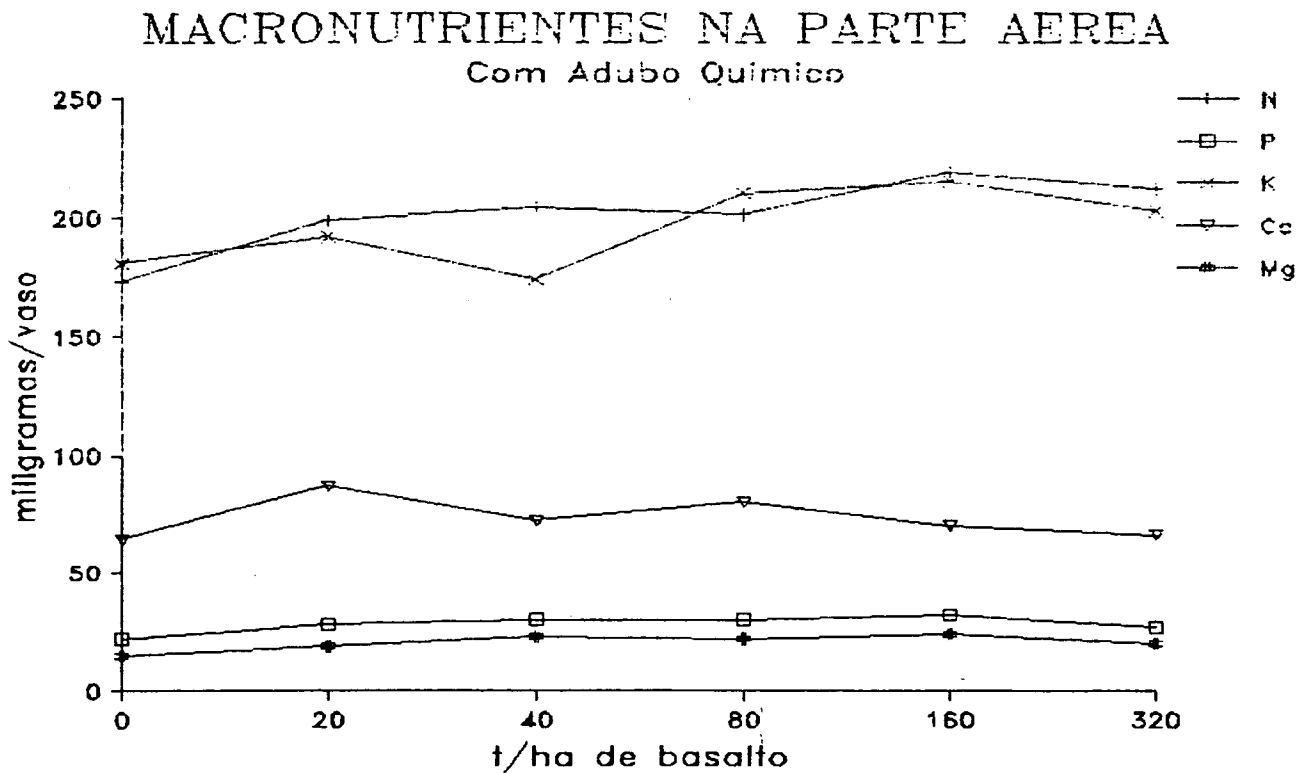


FIGURA 19



ra todos os elementos. Os elementos mais extraídos são pela ordem: N, K, P, Ca, seguido imediatamente pelo Mg. Note-se que nesta série o Ca supera o Mg em quase todos os pontos, embora a relação ainda continue estreita.

O comportamento dos elementos acumulados na parte aérea da série sem adubação mostra uma tendência decrescente, embora não constante, com o aumento da dose de basalto (Figura 18). A exceção é o Ca, que apresenta uma distribuição irregular, às vezes decrescente, às vezes crescente. A ordem dos elementos mais absorvidos é: K, N, Ca, P e Mg.

Os elementos absorvidos na série com adubo, seguem uma tendência crescente com o aumento das dosagens de basalto, embora nem sempre constante (Figura 19). Os nutrientes acumulados em maior quantidade são o K e o N. Na testemunha, o K supera o N, na dosagem de 20 t/ha a situação se inverte, o que se mantém a 40 t/ha, apenas abrindo uma margem maior entre ambos, sendo que o K volta a superar o N nas 80 t/ha, ocorre uma nova inversão em 160 t/ha quando ambos se tornam decrescentes, mantendo-se o N levemente superior ao K. Os dois elementos são seguidos pelo Ca, e após pelo P e Mg, sendo que estes dois últimos possuem comportamento semelhante entre si.

#### 4. 5 - ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES NA PLANTA

##### 4. 5. 1 - Alumínio na Planta

O Al acumulado nos grãos foi maior na série sem adubo do que na série com adubo (Tabela 10 e Figura 20). Em todos os tratamentos sem adubação, o peso do Al era praticamente o dobro do que na série com adubação.

Não houve resposta para aplicação de basalto, nem foi possível caracterizar uma tendência, uma vez que, nas duas séries os tratamentos com 20, 80, e 320 t/ha apresentaram menor quantidade de Al que a testemunha em ambas séries, e as dosagens de 40 e 160 t/ha apresentaram mais Al que as duas testemunhas (Tabela 10 e Figura 20).

A concentração de Al nos grãos foi muito menor na série com adubo, cerca de 5 vezes na testemunha e 10 vezes nos tratamentos (Tabela 12). A concentração do elemento foi maior nos tratamentos com basalto que na testemunha, na série sem adubação química, mas não chegou a ser significativa estatisticamente. Na série com adubo os tratamentos com basalto apresentam concentrações de Al menores que a testemunha, porém também não foram significativas. Não foram encontradas referências relativas a dados de Al em grãos de trigo, para serem comparados com os dados obtidos.

O Al acumulado na parte aérea apresentou uma diferença maior entre as duas séries, sendo que a série com adubação apresenta 4,5 vezes mais Al acumulado, na média da testemunha, do que a média da testemunha sem adubo (Tabela 11 e

Tabela 11 - Peso de Al e Micronutrientes na Parte Aérea (mg)  
(média de 5 repetições)

Trat.	Al		Mn		Fe		Zn		Cu ( $\mu$ g)	
	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad
0	1,52	6,7	1,21	2,80	0,71	3,82	0,21	0,41	43	104
20	1,30	4,1*	0,87**	2,34*	0,46	2,76	0,16*	0,38	26*	154
40	1,35	5,6	0,65**	2,03**	0,42	3,29	0,16*	0,44	31	162
80	1,39	5,7	0,36**	1,32**	0,70	3,07	0,14**	0,43	34	191
160	1,19	5,3	0,32**	1,31**	0,53	3,46	0,11**	0,46	26*	154
320	0,56**	4,0*	0,18**	0,69**	0,53	3,02	0,09**	0,46	19**	300

Significância em relação à testemunha: \* = t(0,05) \*\* = t(0,01)

Tabela 12 - Concentração de Al e Micronutrientes nos Grãos (ppm)  
(médias de 5 repetições)

Trat.	Al		Mn		Fe		Zn		Cu ( $\mu$ g)	
	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad
0	157	32	137	105	79	82	51	55	10	11
20	213	20	131	75**	66	41	61	46	11	11
40	377	32	114	56**	95	36	54	49	20*	10
80	214	20	67	51**	117	55	51	49	22**	9
160	224	25	67	49**	111	60	53	47	11	10
320	243	15	70	39**	112	57	62	41	9	8

Significância em relação à testemunha: \* = t(0,05) \*\* = t(0,01)

Tabela 13 - Concentração de Al e Micronutrientes na Palha (ppm)  
(médias de 5 repetições)

Trat.	Al		Mn		Fe		Zn		Cu ( $\mu$ g)	
	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad	s/ad	c/ad
0	314	600	242	226	144	328	36	21	7	6
20	336	332**	229	168**	124	214**	34	14*	5	9
40	319	452	163**	138**	99	257	33	17	4	9
80	351	425	85**	85**	170	217**	26	17	4	12
160	265	405*	75**	81**	127	245	18**	16	5	9
320	137**	320**	62**	38**	196	222*	24	18	6	20

Significância em relação à testemunha: \* = t(0,05) \*\* = t(0,01)

FIGURA 20

### PESO DO ALUMINIO NOS GRAOS DE TRIGO EFEITO DE DOSES DE BASALTO

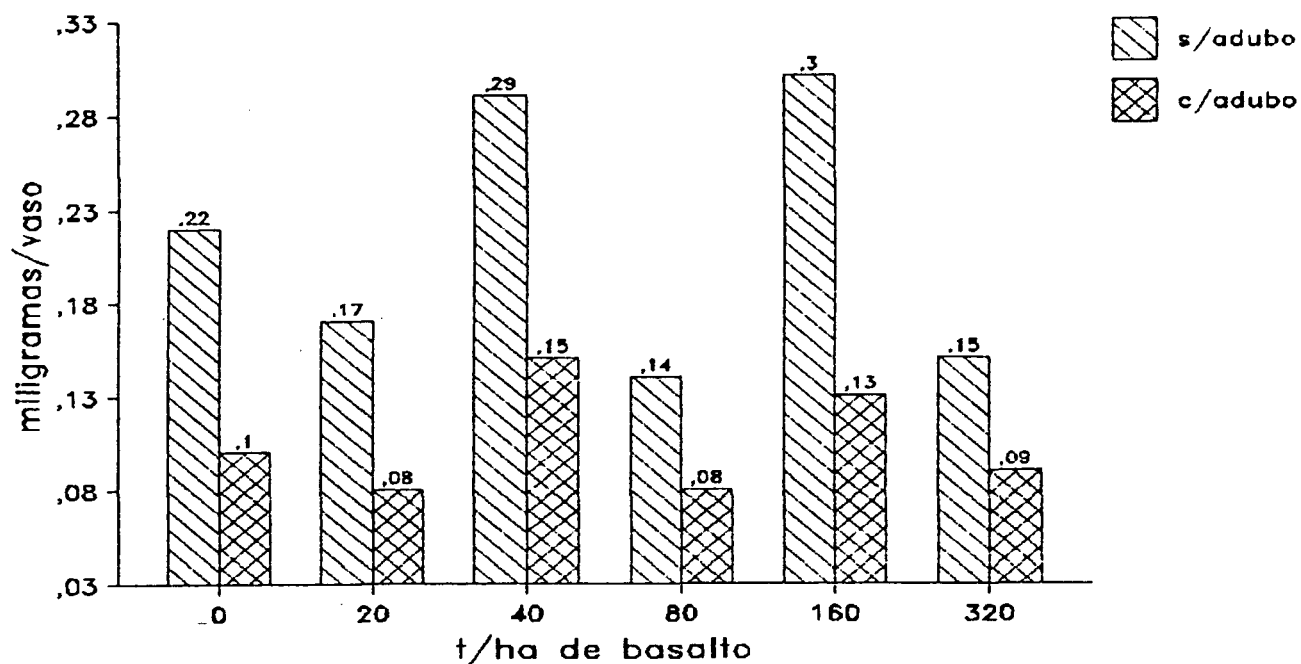


FIGURA 21

### PESO DO ALUMINIO NA PARTE AEREA EFEITO DE DOSES DE BASALTO

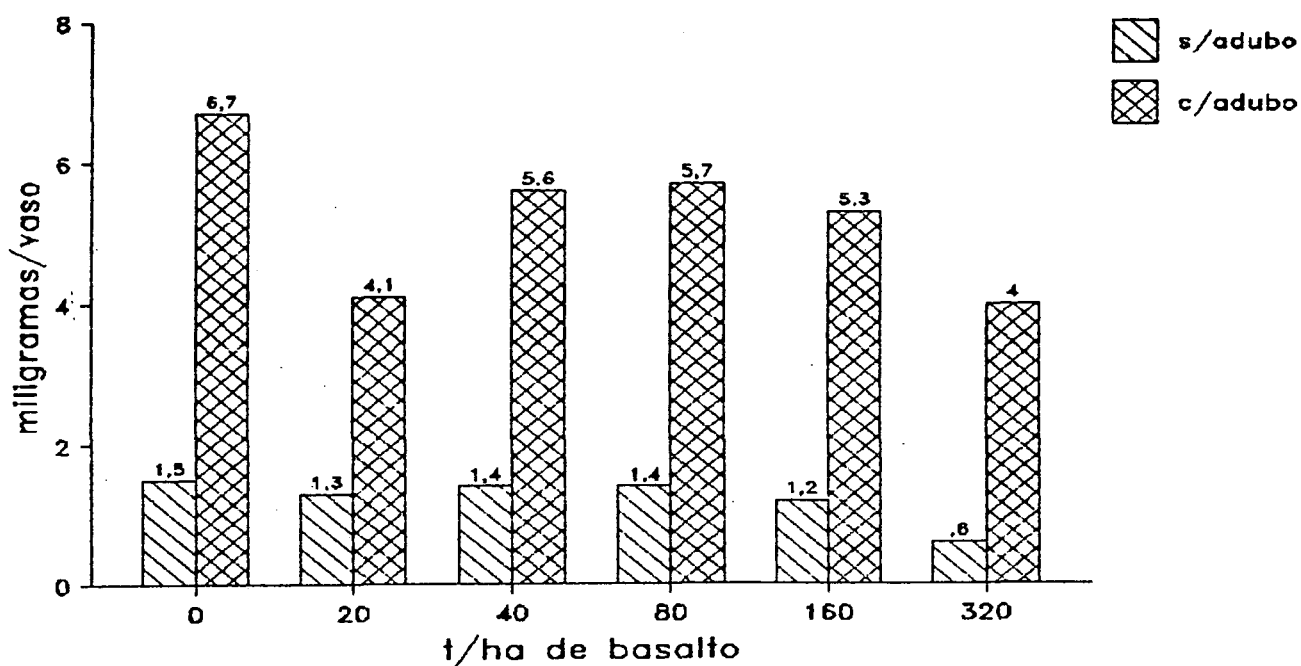


Figura 21). Nas duas séries, há uma diminuição do Al acumulado com o aumento da dosagem de basalto, porém na série sem adubo esta diminuição somente é significativa a 1% de probabilidade, e só na dosagem de 320 t/ha enquanto que na série com adubo, a diminuição é significativa a 5% de probabilidade, somente nas dosagens de 20 e 320 t/ha.

A concentração de Al na palha também é maior na série com adubo, sendo que é de 1,6 a 2 vezes maior que na série sem adubo (Tabela 13). Em ambas as séries os tratamentos são menores que a testemunha, na série não adubada há significância a 1% de probabilidade na dosagem de 320 t/ha, enquanto que na série adubada ocorre diferença em relação à testemunha, significativa a 1% de probabilidade nos tratamentos de 20 e 320 t/ha, e na dosagem de 160 t/ha houve significância apenas a 5% de probabilidade. Em nenhum tratamento a concentração de alumínio na palha atingiu níveis tóxicos (MALAVOLTA, 1987).

A série sem adubo apresentou correlação inversa, porém elevada ( $r=-0,86$ ) e coeficiente de determinação  $r^2=0,73$ , tendo sido altamente significativa (Anexo 31), enquanto que a série com adubo não apresentou correlação significativa. Isto parece indicar que a absorção de alumínio decresce com a aplicação de basalto, na série sem adubo. Observa-se que quando aplicada a adubação química, a adição de basalto apresenta pouca relação com a absorção de Al.

O basalto utilizado apresenta 5,77% de Al total, significando que existe uma percentagem maior de Al na rocha que a soma dos elementos que servem de nutrientes às plantas (Tabela 1). No entanto, segundo HIPOLITO (1972) o elemento

apresenta baixa solubilidade relativa, independentemente do tamanho do mineral que o contém. Aparentemente o Al da rocha aplicada não é solubilizado, uma vez que ao invés de aumentar a absorção do Al pelas plantas, esta diminui. Como apenas o cátion trocável  $Al^{+++}$ , extraído da solução do solo é tóxico para as plantas (WUTKE, 1972), e sendo que a extração de Al pelas plantas é fortemente influenciada pelo pH do solo (CATANI & ALONSO, 1969), o aumento do pH ocorrido com a aplicação do basalto poderia ter provocado a precipitação do elemento na medida em que fosse sendo liberado (Tabela 5 e Figura 5).

#### 4. 5. 2 - Ferro na Planta

Os resultados mostram que o Fe acumulado nos grãos da série com adubo no mínimo dobraram em relação à série sem adubo, sendo que nas duas últimas dosagens esta diferença aumentou para 3 vezes (Tabela 10 e Figura 22). No entanto não houve diferença estatisticamente significativa entre a testemunha e os tratamentos com basalto.

A concentração de Fe nos grãos teve comportamento diferenciado, sendo que na série sem adubo ocorreu uma tendência de aumento da concentração, enquanto que na série com adubo a tendência foi de diminuição, porém em nenhum dos dois casos houve diferença estatisticamente significativa (Tabela 12). As tendências podem ser facilmente explicadas pois são contrárias ao peso seco dos grãos, devendo ser causadas pelo efeito de concentração e diluição respectivamente.

te.

Com relação ao Fe acumulado na parte aérea do trigo, ocorreu um acúmulo 5,4 vezes maior na testemunha da série com adubo em relação à testemunha da série sem adubo (Tabela 11 e Figura 23).

Apesar de, nas duas séries, os pesos de Fe na parte aérea serem menores que as testemunhas, não há diferença estatisticamente significativa, nem seguem tendência homogênea.

A concentração do Fe na palha não apresenta variação significativa em relação à testemunha na série sem adubação, sendo que na série com adubação os tratamentos com 20 e 80 t/ha apresentam teores menores que a testemunha com significância de 1% de probabilidade, enquanto que a dose de 320 t/ha apresentou significância ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 13). Contudo a diminuição não é sequencial e não se caracteriza uma tendência de diminuição da concentração do Fe na palha com o aumento das doses de basalto.

O basalto utilizado possui 13,26% de Fe, uma vez que junto com o Al é um importante constituinte dos minerais das rochas (MARCONI et al, 1970), (Tabela 1). O Fe é absorvido pelas raízes das plantas na forma de  $Fe^{2+}$  ou como quelatos de  $Fe^{3+}$ , sendo que o  $Fe^{3+}$  é de menor importância devido à sua baixa solubilidade em pH normalmente encontrado nos solos agrícolas (MENGEL & KIRKBY, 1982). A extração do Fe do solo depende muito da capacidade das raízes das plantas em baixar o pH e reduzir o  $Fe^{3+}$  a  $Fe^{2+}$  na rizosfera (MARSCHNER et. al. (1978), BROWN (1978), citados por MENGEL & KIRKBY, 1982). Nos solos tropicais, geralmente existem quantidades



FIGURA 22

### PESO DO FERRO NOS GRAOS DE TRIGO DOSES DE BASALTO POR HA

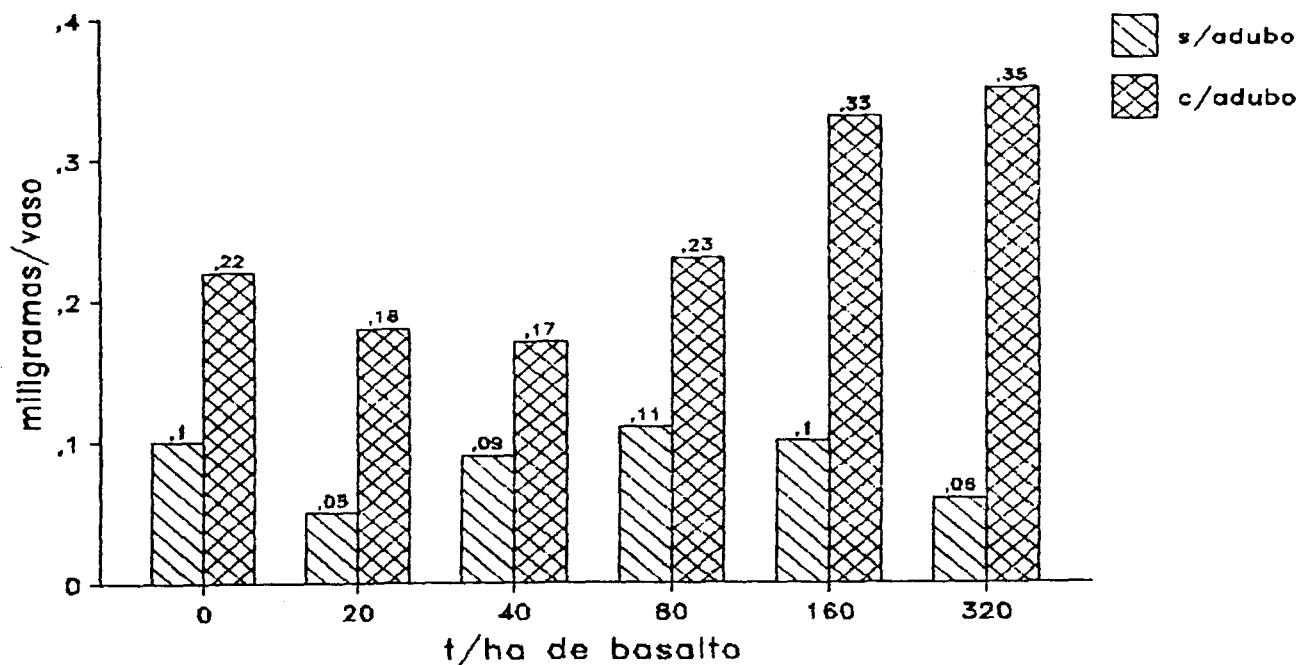
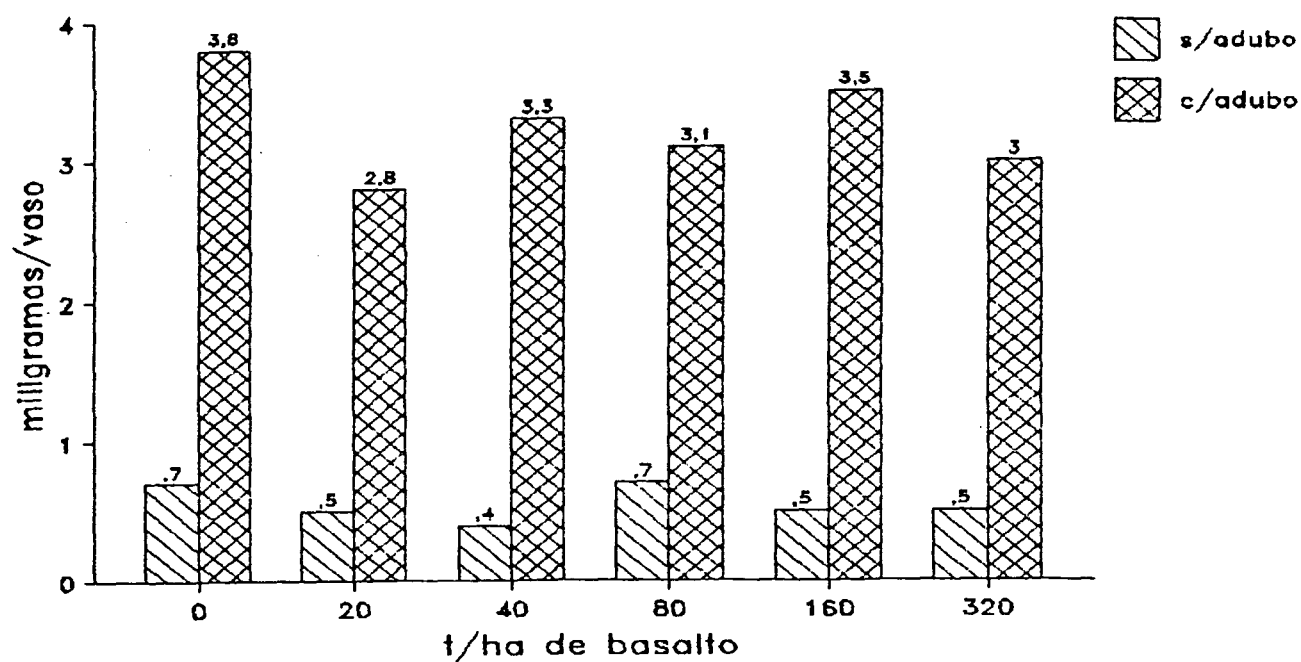


FIGURA 23

### PESO DO FERRO NA PARTE AEREA EFEITO DE DOSES DE BASALTO



elevadas de Fe na forma oxidada em condições normais, onde o ambiente é oxidante, sendo que em condições de encharcamento podem sofrer redução e atingir níveis tóxicos (MALAVOLTA & KLIEMANN, 1985). Isto parece mostrar que nas condições do experimento, a absorção de Fe depende mais das condições das plantas que da disponibilidade do elemento no solo (PAGEL et al, 1982), razão pela qual ocorreu um acúmulo do Fe mediante a adição de adubo, o que favoreceu o desenvolvimento das plantas, e não houve resposta à aplicação de basalto.

Os teores de Fe disponível no solo sofreram grande variação nas duas séries, tendo passado do nível baixo para muito alto com a adição do basalto (MALAVOLTA & KLIEMANN, 1985, Tabela 5).

#### 4. 5. 3 - Manganês na planta

O peso do Mn nos grãos foi afetado pela adição de adubo ao solo, sendo que os grãos da série adubada acumularam muito mais Mn que os da série não adubada (Tabela 10 e Figura 24). Na série sem adubo ocorreu uma diminuição na quantidade de Mn nos grãos com o aumento das dosagens de basalto, tendo sido significativa a 1% de probabilidade a partir da dosagem de 20 t/ha. Na série com adubo a dosagem de 20 t/ha é maior que na testemunha, sendo que as restantes foram menores, porém nenhuma diferença foi estatisticamente significativa.

A concentração do Mn nos grãos foi maior na série não adubada que na série adubada (Tabela 12). Em ambas as séries

FIGURA 24

### PESO DO MANGANES NOS GRAOS DE TRIGO EFEITO DE DOSES DE BASALTO

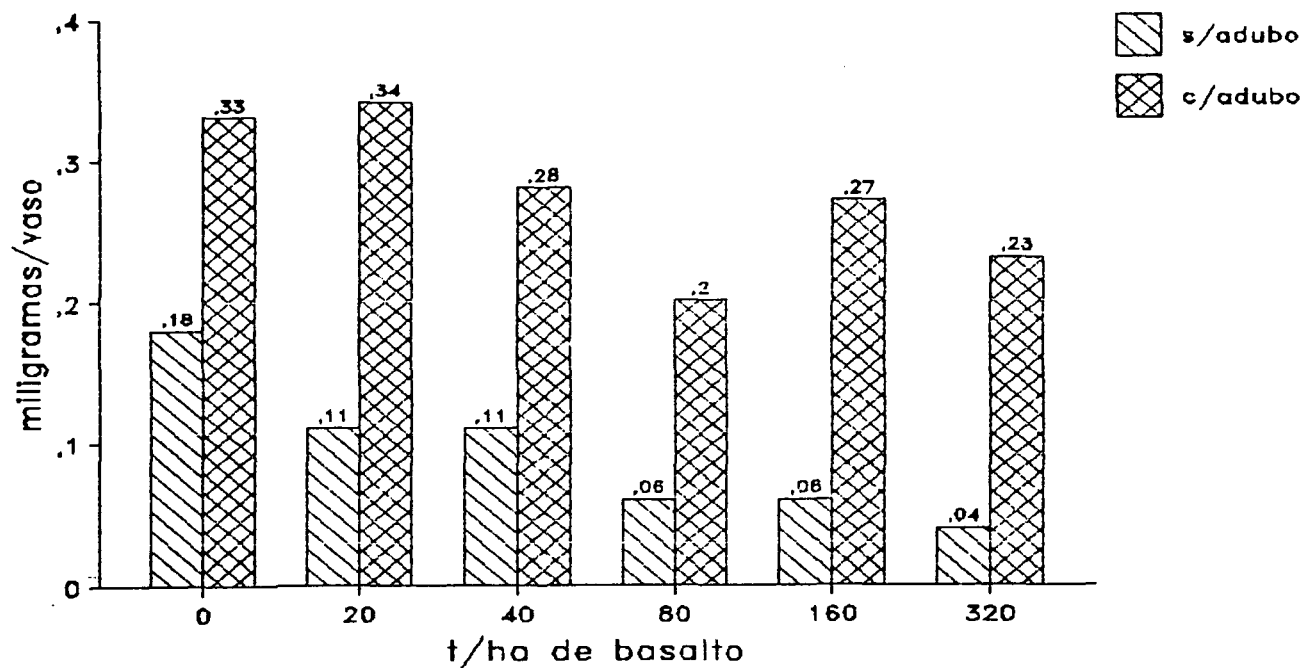
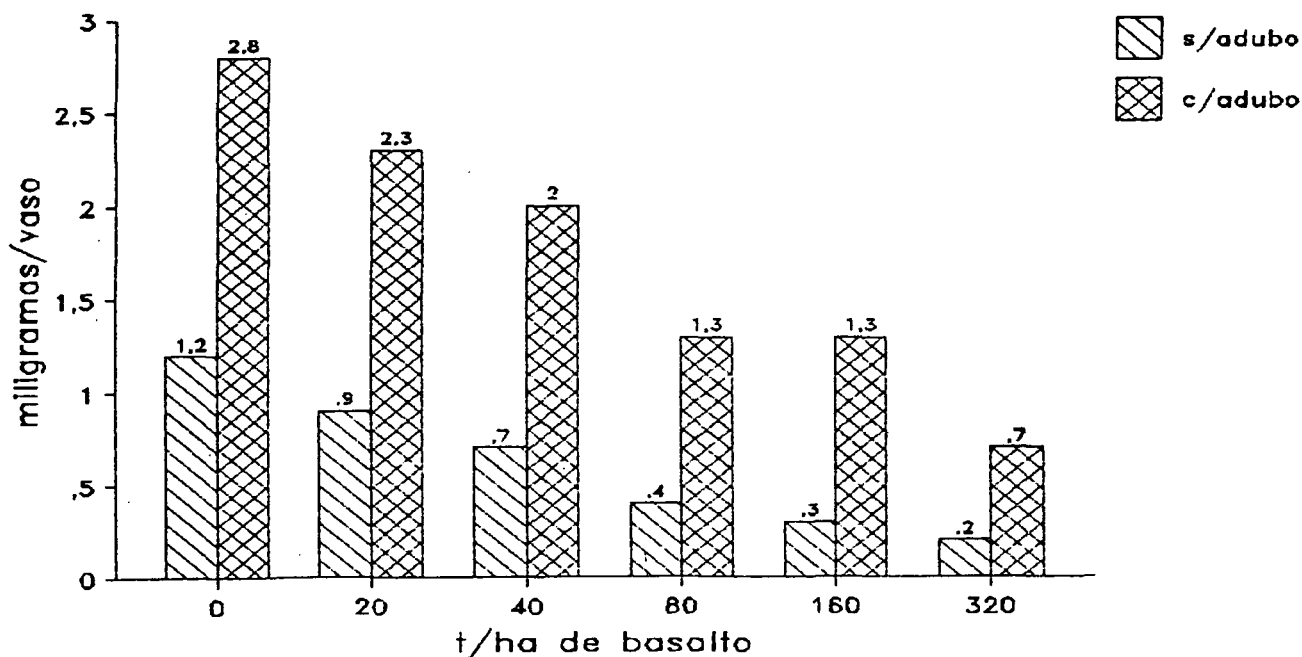


FIGURA 25

### PESO DO MANGANES NA PARTE AEREA EFEITO DE DOSES DE BASALTO



houve uma tendência de decréscimo da concentração com o aumento das dosagens de basalto, porém enquanto na série sem adubo as diferenças não foram significativas, na série que recebeu suplementação de nutrientes as concentrações são significativamente menores a partir da dose de 20 t/ha ao nível de 1% de probabilidade. Isto pode indicar que no caso da série não adubada a diminuição do Mn nos grãos não é devida somente à diminuição da matéria seca produzida, pois neste caso a concentração deveria ter aumentado. A concentração do Mn nos grãos da série com adubo diminuiu 2,7 vezes da testemunha para a dosagem mais alta, enquanto que o peso seco dos grãos aumentou apenas 1,8 vezes da testemunha para a mesma dosagem, o que parece demonstrar que a diminuição da concentração não é apenas relativa ao efeito de diluição.

O peso do Mn na parte aérea também foi influenciado pela adubação suplementar, sendo que o acúmulo do Mn na parte aérea foi maior na série adubada que na série não adubada. Nas duas séries ocorreram decréscimos significativos do Mn com o aumento das dosagens de basalto, sendo que na série sem adubo todas foram significativas a 1% de probabilidade, enquanto que na série com adubo, a dosagem de 20 t/ha apresentou significância de 5% de probabilidade enquanto que nas demais esta foi de 1% de probabilidade (Tabela 10 e Figura 25).

A concentração do Mn na palha foi um pouco maior na dose sem adubo, porém ambas as séries apresentaram decréscimo do teor do elemento com o aumento das dosagens de basalto (Tabela 13). Na série sem adubo a redução em relação à testemunha foi significativa a 1% de probabilidade a partir da

dose de 40 t/ha, enquanto que na série adubada a redução já se mostrou significativa ao mesmo nível de probabilidade a partir da dosagem de 20 t/ha.

A concentração na palha da testemunha e doses mais baixas está em torno de 240 - 160 ppm de Mn, o que já seriam níveis tóxicos (MENGEL & KIRKBY, 1982), (Tabela 14). Nas dosagens mais elevadas de basalto os teores diminuem para cerca de 70 e 30 ppm, respectivamente para as séries sem e com adubo, enquanto que os níveis normais para o trigo seriam de 20 a 50 ppm, sendo que de 10 a 4 ppm já iniciariam sintomas de deficiência (MALAVOLTA, 1974). Isto parece indicar que a adição de basalto baixou a concentração do Mn na palha para níveis não tóxicos, porém não a ponto de causar deficiência.

Ambas as séries apresentaram correlação muito boa entre as doses de basalto adicionadas e a redução do teor de Mn na parte aérea da planta, sendo que na série não adubada o coeficiente de correlação foi  $r = -0,95$  e o coeficiente de determinação  $r^2 = 0,89$ , enquanto que a série adubada apresentou  $r = -0,96$  e  $r^2 = 0,92$ , mostrando que a adição de basalto explica muito bem a diminuição da absorção do Mn (Anexos 45 a 48).

A rocha utilizada possuía 0,19% de Mn total, que provavelmente fazia parte da estrutura de minerais ferromagnesianos como a augita (MENGEL & KIRKBY, 1982 e AMBERGER, 1983). Segundo os mesmos autores, a disponibilidade do Mn depende das condições de oxido-redução, bem como do pH, conteúdo de matéria orgânica, umidade do solo e atividade microbiana. Nas condições do experimento ocorreu um aumento do

pH do solo com a adição do basalto, o que deve ter influenciado na solubilidade do elemento, já que o aumento de uma unidade de pH faz com que a concentração do  $Mn^{++}$  na solução do solo diminua consideravelmente (MALAVOLTA & KLIEMANN, 1985). Conforme a Tabela 05, observa-se que tanto o Mn como o Fe aumentaram consideravelmente no solo, com a adição de basalto, sendo que o Fe aumenta proporcionalmente muito mais em ambas as séries. Na Tabela 14, observa-se que as relações Fe/Mn no solo aumentam cerca de 8,6 vezes na série não adubada, da testemunha para a dosagem mais alta, e 20,4 vezes na série adubada, entre os mesmos tratamentos. Como a absorção de ambos os elementos é extremamente competitiva, mesmo aumentando no solo, a absorção do Mn será inibida pelo aumento proporcionalmente maior do Fe, que ocorre em ambas as séries com a adição do basalto (AMBERGER, 1983).

Tabela 14 - Relações Fe/Mn no solo (HCl 0,1N)

Tratamento	Sem Adubo	Com adubo
0	0,64	0,32
20	2,71	1,25
40	3,57	2,06
80	3,69	3,27
160	5,40	3,56
320	5,52	6,54

#### 4. 5. 4 - Zinco na Planta

O peso do Zn nos grãos foi afetado pela adição de adubo químico, sendo que o peso do Zn acumulado nos grãos é muito superior na série com adubo (Tabela 10 e Figura 26). Na série sem adubo a adição de basalto produziu uma redução do Zn acumulado em relação à testemunha, porém na dose de 20 a 160 t/ha os valores permaneceram constantes e não foram significativos, sendo que na dose de 320 t/ha a diminuição foi significativa a 1% de probabilidade. Na série com adubo ocorreu uma tendência de aumento do Zn nos grãos com o aumento das dosagens de basalto, porém este aumento não é estatisticamente significativo.

A concentração de Zn nos grãos apresenta pouca variação entre as duas séries, bem como pequena variação com a adição de basalto (Tabela 12).

Houve correlação apenas na série sem adubo, sendo que esta apresentou coeficiente de correlação  $r = -0,58$  e coeficiente de determinação  $r^2 = 0,34$ , apesar de ser altamente significativo mostra que a adição de basalto não é o único fator que influi na diminuição do acúmulo de Zn nos grãos, e que esta adição explica muito pouco a diminuição da absorção do elemento (Anexos 41 e 42).

O acúmulo do Zn na parte aérea também foi maior na série adubada, em relação à série não adubada. Na série sem adubo ocorreu uma clara diminuição do Zn com acréscimo do basalto. Esta diminuição é estatisticamente significativa a 5% de probabilidade nas dosagens de 20 e 40 t/ha, e signifi-

FIGURA 26

### PESO DO ZINCO NOS GRAOS DE TRIGO EFEITO DE DOSES DE BASALTO

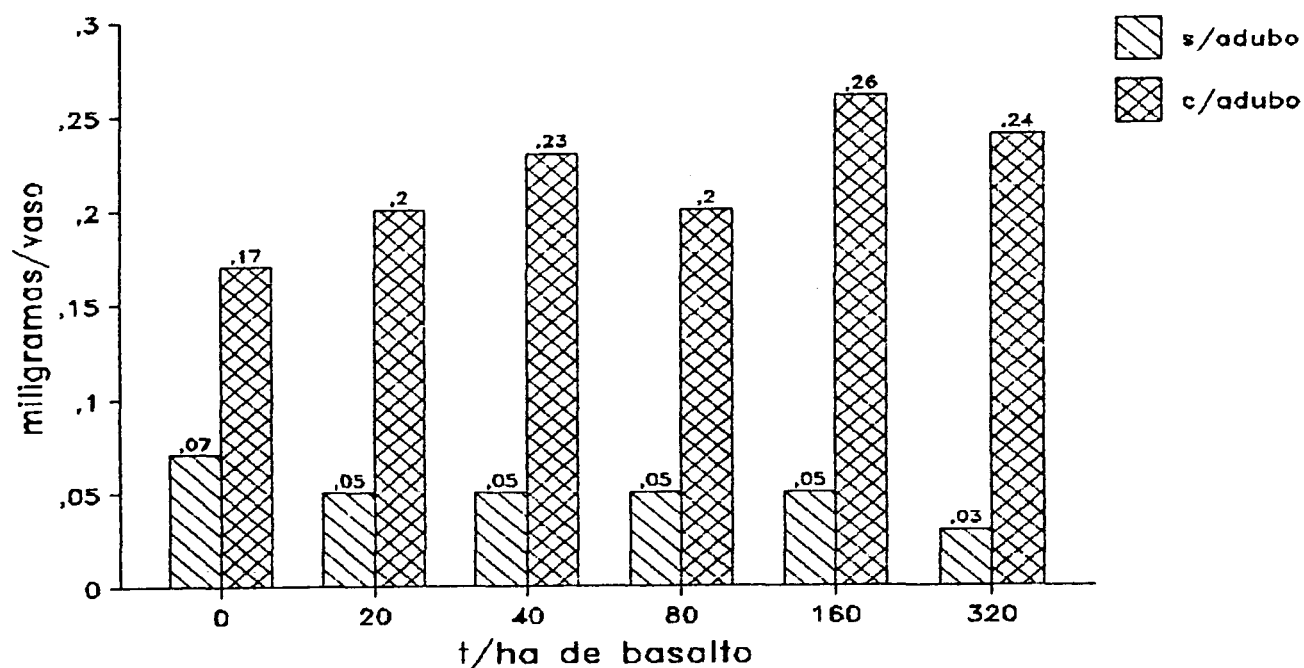
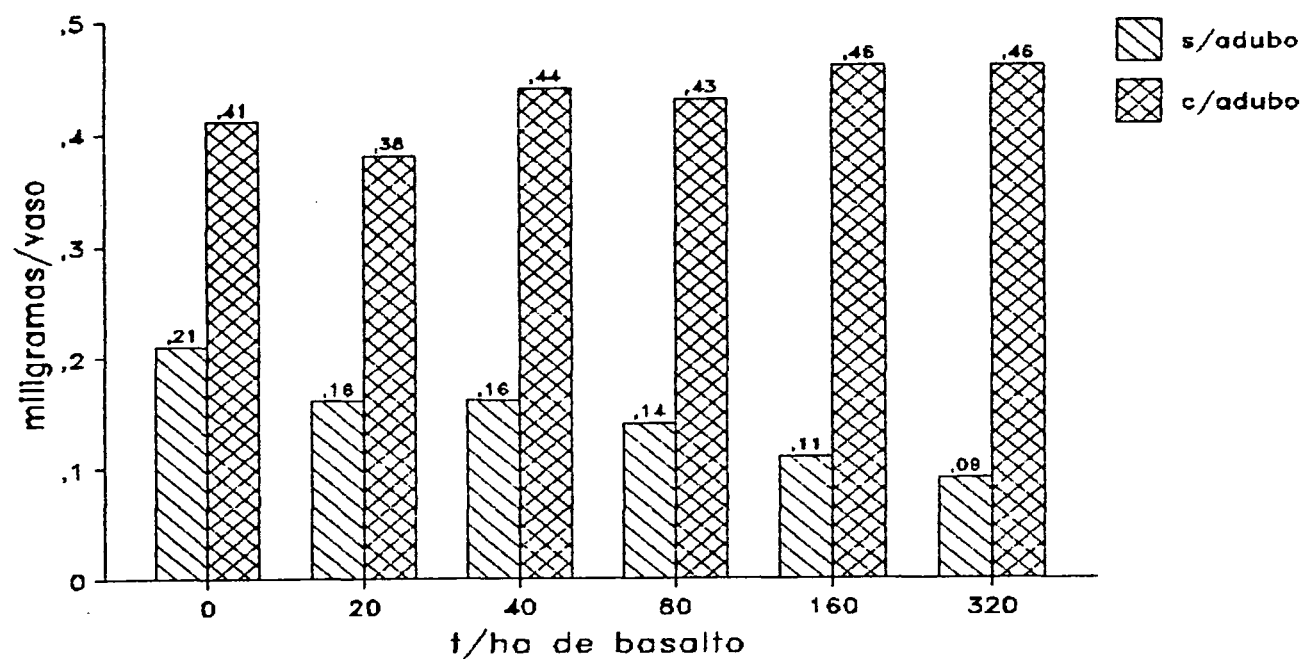


FIGURA 27

### PESO DO ZINCO NA PARTE AEREA EFEITO DE DOSES DE BASALTO





cativa a 1% de probabilidade nas doses de 80 a 320 t/ha. Na série com adubo ocorreu uma tendência crescente, mas não muito constante, nem foi significativa (Tabela 11 e Figura 27).

A concentração de Zn na palha foi menor na série com adubo, o que pode ser explicado pelo efeito da diluição do elemento em uma quantidade maior de matéria seca produzida pelas plantas mais desenvolvidas (Tabela 13). Em ambas as séries ocorreu uma tendência de diminuição da concentração do Zn com o aumento das dosagens de basalto, porém na série sem adubo a diminuição foi mais constante, mas significativa apenas na dosagem de 160 t/ha, a 1% de probabilidade. Na série com adubo a diminuição não foi tão constante e foi significativa apenas na menor dosagem (20 t/ha) e somente a 5% de probabilidade. A concentração de Zn na palha varia entre 18 e 36 ppm na série sem adubo e 14 a 21 ppm na série com adubo, sendo que o valor considerado normal está entre 20 a 40 ppm (MALAVOLTA, 1974). Portanto as plantas estão razoavelmente supridas do elemento.

Apenas houve correlação entre a diminuição do Zn e aumento da doses de basalto na série não adubada, com coeficiente de correlação  $r = -0,87$  e coeficiente de determinação  $r^2 = 0,76$ , tendo sido altamente significativa (Anexos 43 e 44). Isto mostra que há um efeito depressivo sobre a absorção de Zn com a adição de basalto, sem a adição de nutrientes essenciais. Isto não ocorreu na série adubada, onde houve aplicação de N, P, K e S embora em doses aquém do necessário.

Os teores extraíveis de zinco no solo aumentaram con-

sideravelmente com a adição de basalto, principalmente na dosagem mais alta (Tabela 5). Os teores obtidos na testemunha mostram níveis altos do elemento, o que pode explicar a pouca resposta ao zinco na série com adubo.

#### 4. 5. 5 - Cobre na Planta

Como nos demais elementos, também o peso do Cu acumulado nos grãos foi afetado pela adição de adubo químico ao solo, sendo que os dados mostram que ocorreu um acúmulo maior do elemento na série com adubo, em relação à série sem adubo (Tabela 10 e Figura 28). Na série sem adubo houve uma dispersão das médias dos tratamentos, sendo que as dosagens de 40 e 80 t/ha foram superiores à testemunha, sendo a primeira não significativa e a última significativa a 1% de probabilidade, enquanto que as dosagens de 20, 160 e 320 t/ha foram menores que a testemunha, sendo as duas primeiras não significativas e a terceira significativa a 1% de probabilidade. Na série com adubo todos os tratamentos foram superiores à testemunha, porém o aumento do peso do Cu não foi sequencial, sendo que apenas a dosagem de 160 t/ha foi significativa, e ainda assim, apenas a 5% de probabilidade.

A concentração do Cu nos grãos não variou muito com a adubação química nas testemunha e doses de 20 t/ha. No entanto nas dosagens maiores ocorreu um comportamento diferente entre as duas séries: enquanto na série não adubada há um aumento da concentração nas doses intermediárias, significativo a 5% de probabilidade na dosagem de 40 t/ha e a 1% de

FIGURA 28

### PESO DO COBRE NOS GRAOS DE TRIGO EFEITO DE DOSES DE BASALTO

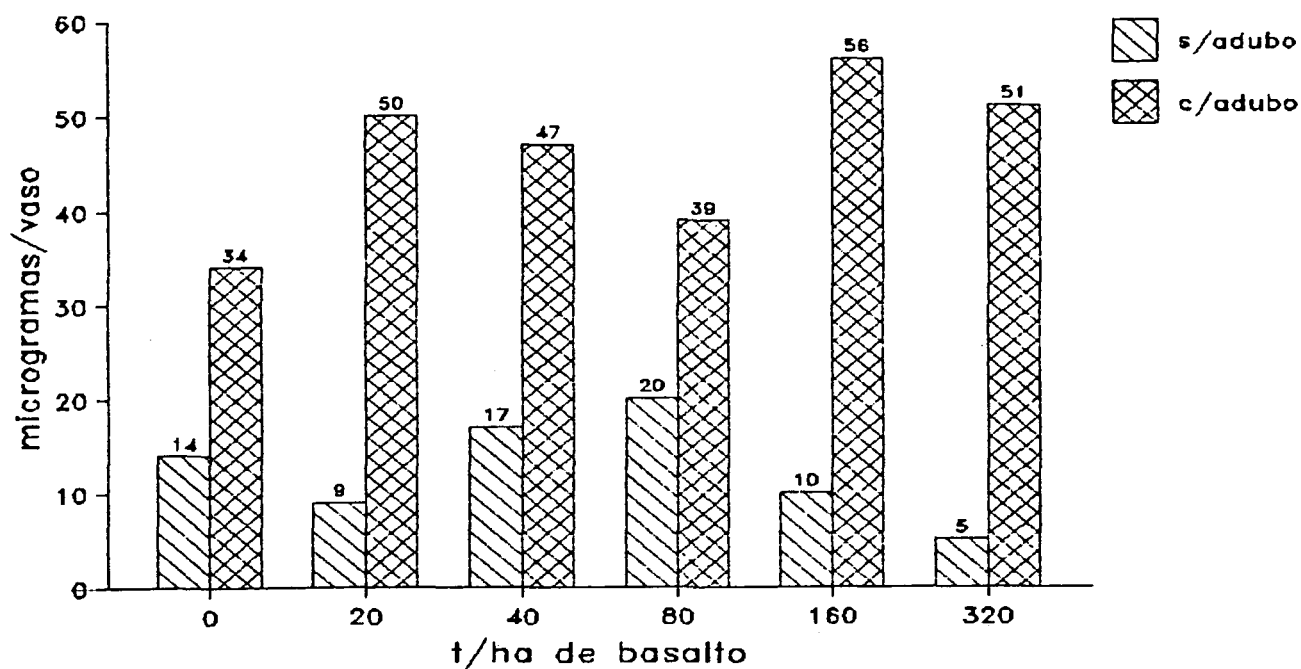
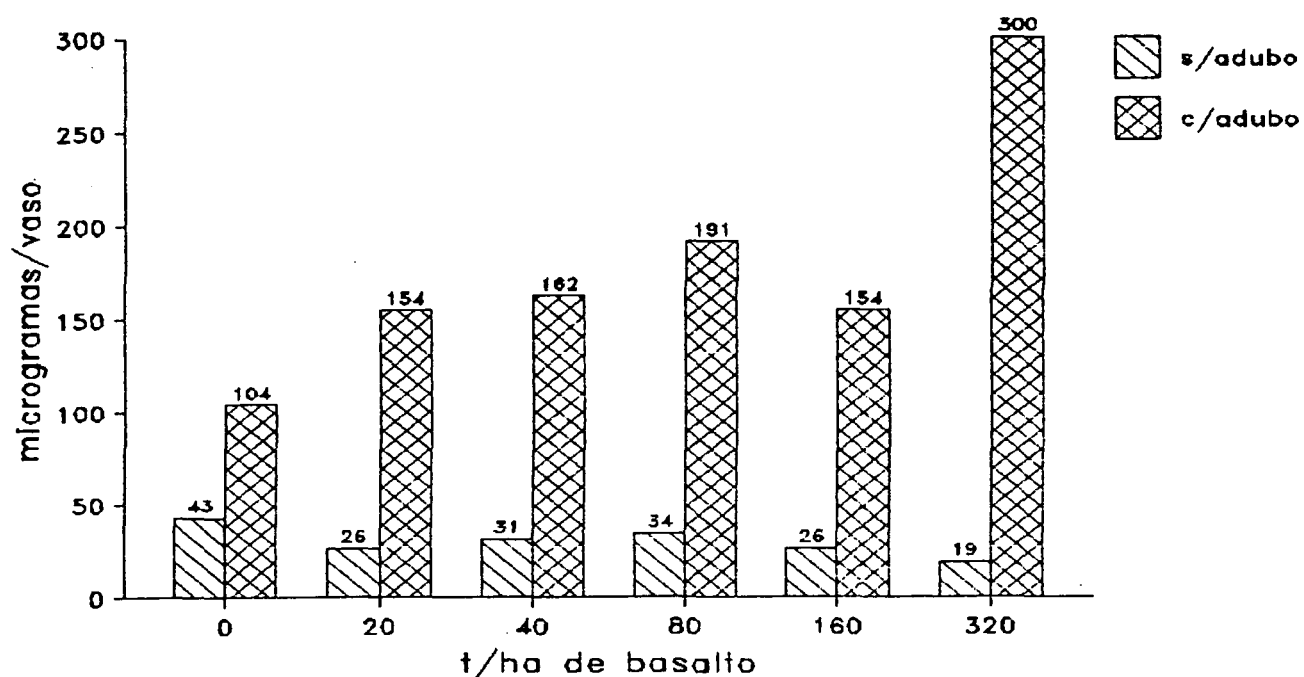


FIGURA 29

### PESO DO COBRE NA PARTE AEREA EFEITO DE DOSES DE BASALTO



probabilidade na dosagem de 80 t/ha, os outros resultados não são significativos. Na série adubada não há variação significativa da concentração em relação ao aumento das dosagens de basalto (Tabela 12). Isto parece mostrar que mesmo na testemunha há bom suprimento de cobre, uma vez que são normais, teores de 3,0 a 4,5 ppm nos grãos (MALAVOLTA, 1974), sendo que os teores variavam de 9 a 22 ppm na série sem adubo e de 8 a 11 ppm na série com adubo.

A correlação do peso do Cu nos grãos com as doses de basalto aplicadas apresentou expressiva correlação ( $r=-0,73$ ) e coeficiente de determinação ( $r^2= 0,54$ ), sendo altamente significativa, para a série sem adubo. Isto poderia significar que há alguma relação entre a aplicação de basalto e o acúmulo de Cu nos grãos, porém este não é o único fator envolvido. A correlação é muito baixa na série com adubo, indicando que há pouca relação entre a aplicação do basalto e o acúmulo do elemento nos grãos nesta série (Anexos 37 e 38).

O peso do Cu na parte aérea também foi afetado pela suplementação de nutrientes, sendo que a série não adubada mostrou valores inferiores à série adubada. Com relação à adição de basalto, ocorreu uma diminuição em relação à testemunha, que foi significativa a 5% de probabilidade nas dosagens de 20 e 160 t/hHa, e a 1% de probabilidade na dosagem de 320 t/ha. A série com adubo mostrou uma tendência de aumento do acúmulo de Cu com o aumento das dosagens de basalto, porém este aumento não foi estatisticamente significativo (Tabela 11 e Figura 29).

A concentração de Cu na palha mostrou pouca variação

de concentrações entre as duas séries, porém enquanto a série sem adubo não apresentava praticamente nenhuma variação com o aumento da dosagem de basalto, a série com adubo apresentou uma tendência de aumento da concentração com o aumento das dosagens, porém não houve significância estatística (Tabela 13).

Segundo MALAVOLTA (1974), são normais teores de 5 a 30 ppm de Cu na planta do trigo, sendo que na série não adubada os teores variaram de 4 a 7 ppm na palha, enquanto que na série adubada a variação foi de 6 a 20 ppm, demonstrando que os teores de Cu estavam dentro das necessidades das plantas, inclusive nas testemunhas.

Ocorreu razoável correlação entre as dosagens de basalto e a diminuição do Cu acumulado na parte aérea do trigo, na série sem adubo, sendo que o coeficiente de correlação foi  $r = -0,68$  e o coeficiente de determinação foi  $r^2 = 0,46$ , sendo altamente significativos (Anexos 39 e 40). Isto indica que houve relação entre a aplicação de basalto ao solo e a diminuição do elemento na parte aérea, porém deve haver a participação de outros fatores no processo.

Os teores do Cu disponível no solo sofreram expressivo aumento em ambas as séries, sendo que as dosagens mais altas apresentaram cerca de 3 vezes mais Cu disponível que as testemunhas (Tabela 6). Porém mesmo na testemunha os teores são altos, o que pode explicar a ausência de resposta do Cu nestas condições (MALAVOLTA & KLIEMANN, 1985).

## 4. 5. 6 - Resumo do Al e de Micronutrientes na Planta

O Al apresentou variação muito acentuada nos grãos da série não adubada, apresentando pontos maiores e menores que a testemunha (Figura 30). O Al foi o elemento acumulado em maior quantidade nos grãos, sendo seguido inicialmente pelo Mn, que apresentou uma tendência claramente decrescente, sendo superado pelo Fe na dosagem de 80 t/ha. O terceiro elemento acumulado nos grãos das plantas desta série foi o Fe, que inicialmente diminuiu, na dosagem de 20 t/ha, iniciou uma tendência de aumento até a dosagem de 80 t/ha, quando superou o Mn, passando daí em diante a diminuir com o aumento do basalto, mas mantendo-se acima do Mn. O Zn, seguido pelo Cu, foram os micronutrientes acumulados em menor quantidade, apresentando uma leve tendência de queda, principalmente nas dosagens finais.

Na série com adubo as quantidades de elementos acumulados nos grãos mudam a cada dosagem de basalto, o que parece ser resultado de complexas interações entre os próprios elementos e com outros fatores envolvidos. O elemento acumulado em maior quantidade nos grãos da testemunha é o Mn, seguido do Fe, sendo que até a dosagem de 40 t/ha ambos apresentam tendência decrescente, mais acentuada no Mn que no Fe. A partir desta dosagem o Fe passa a ter tendência crescente até o final, superando o Mn, que continua em tendência decrescente, nas 80 t/ha, passando a ser o elemento acumulado em maior quantidade no grão a partir desta dosagem. O Mn aumenta um pouco nas 160 t/ha e volta a cair no final. O Zn apresenta-se na testemunha como o terceiro elemento, supera

FIGURA 30

MICRINUTRIENTES E AI NOS GRAOS

Sem Adubo Quimico

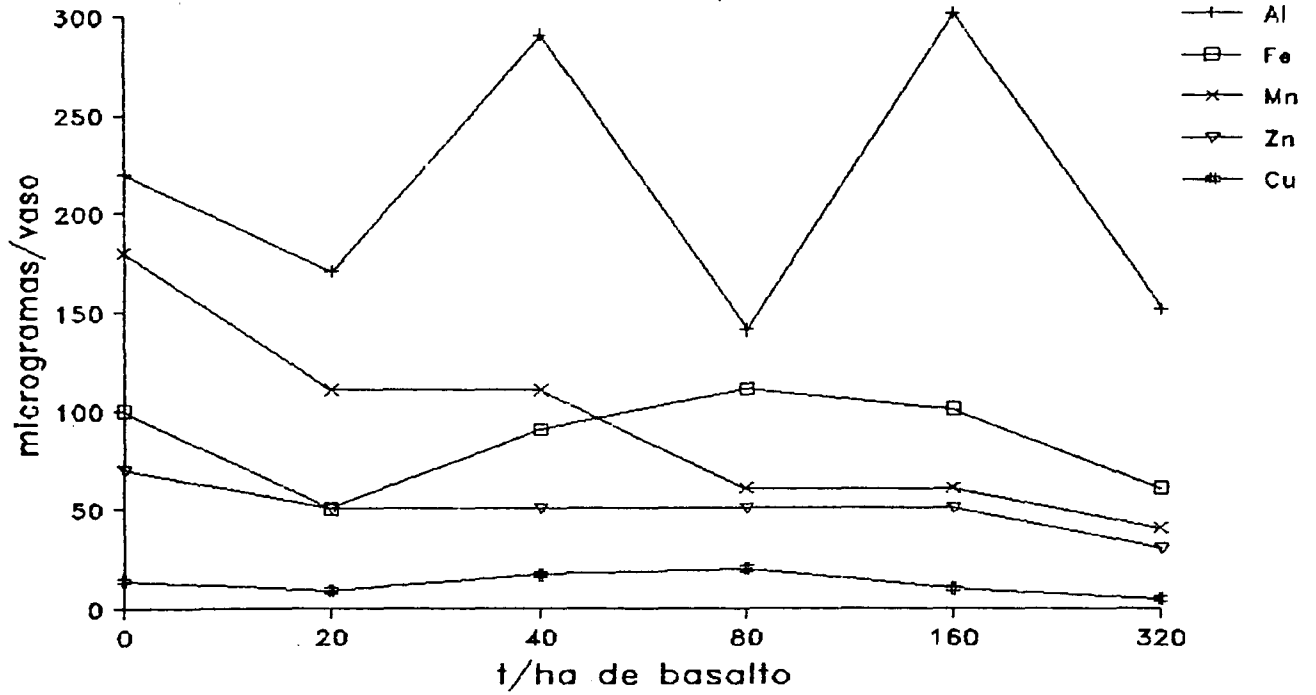


FIGURA 31

MICRINUTRIENTES E AI NOS GRAOS

Com Adubo Quimico

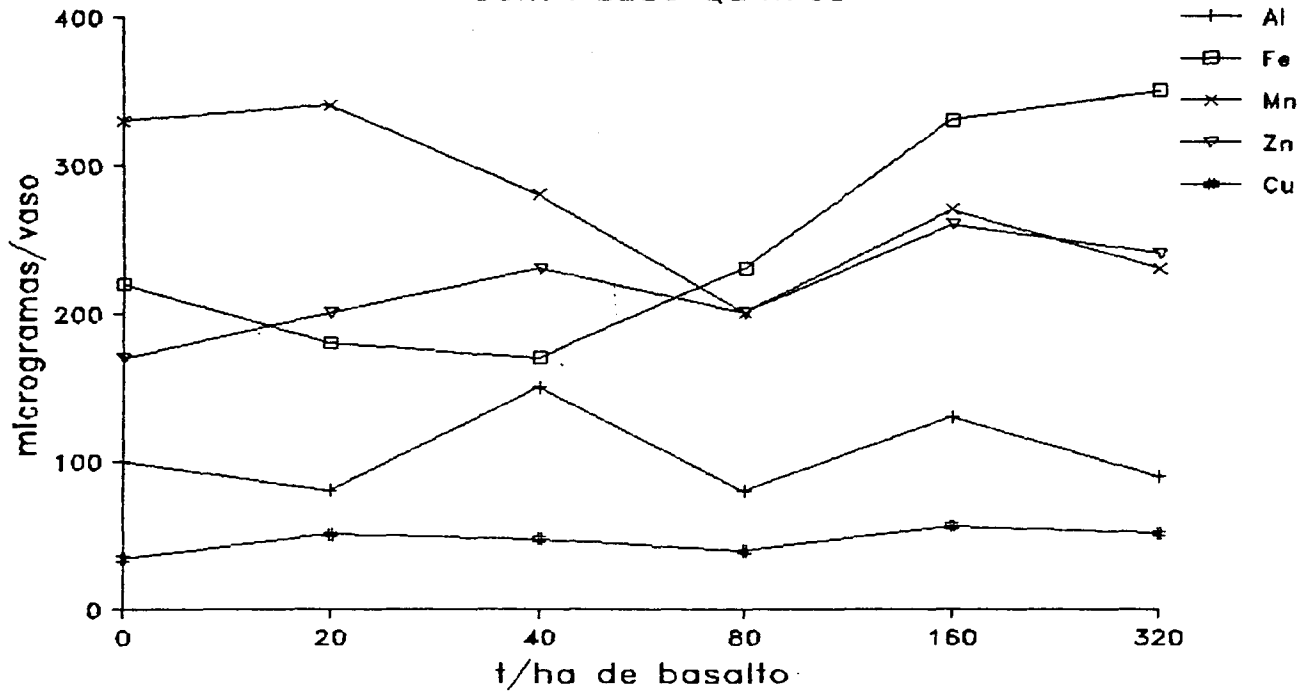


FIGURA 32

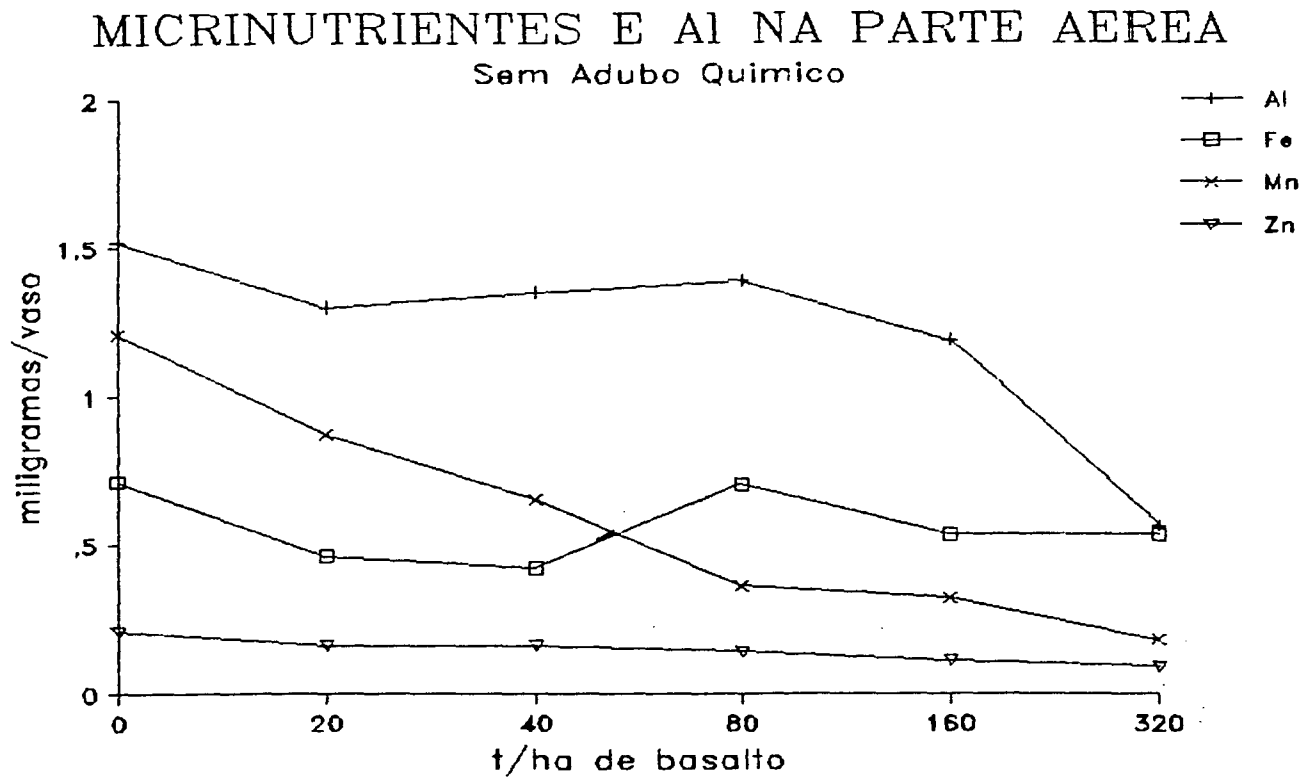
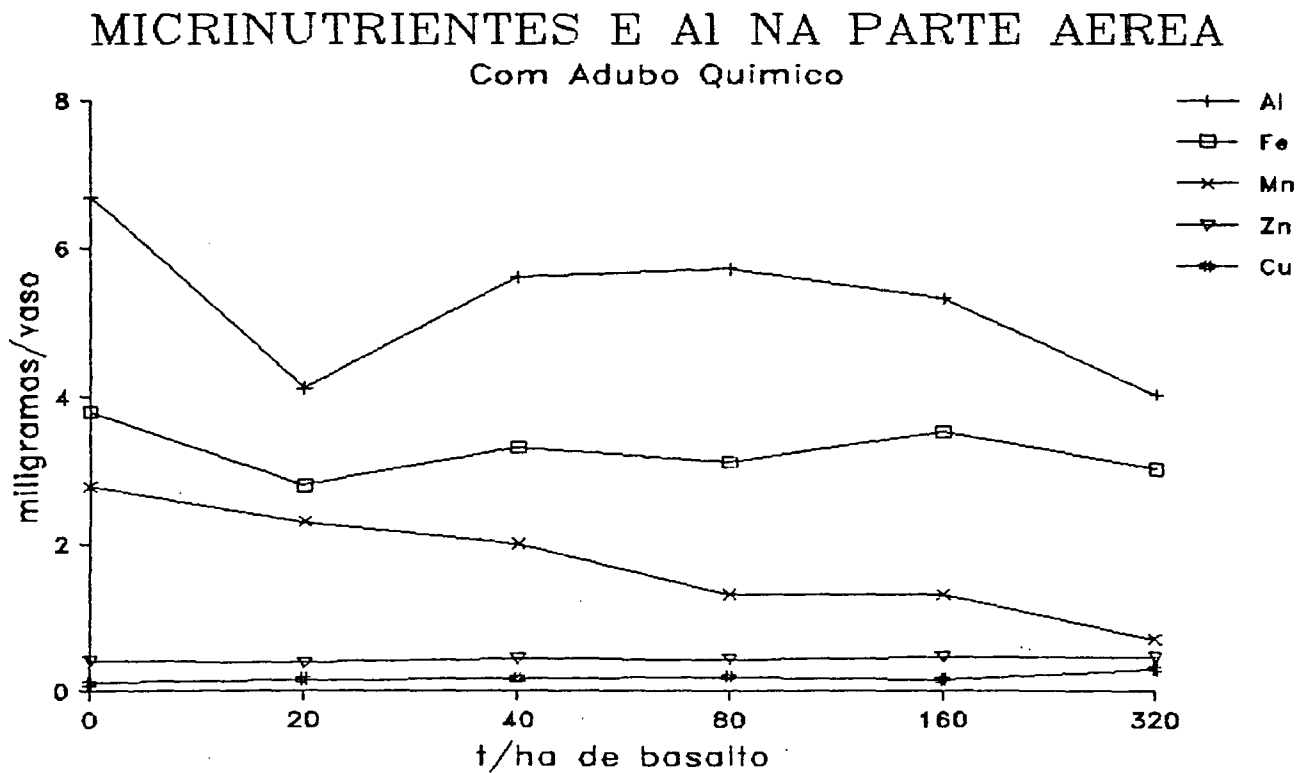


FIGURA 33





o Fe nas dosagens de 20 e 40 t/ha, é superado por este nas 80 t/ha e passa a acompanhar o Mn até o final. O Al é o quarto elemento acumulado nesta série, apresentando uma tendência oscilante como na série anterior. O último elemento acumulado é o Cu, que apresenta uma tendência crescente pouco acentuada (Figura 31).

O acúmulo de micronutrientes na parte aérea da série não adubada é mostrado na Figura 32. O elemento acumulado em maior quantidade é o Al, que apresenta uma tendência decrescente, que se acentua nas últimas dosagens. O segundo elemento acumulado na testemunha é o Mn, que apresenta uma tendência de queda acentuada no início, até na dosagem de 80 t/ha, quando é superado pelo Fe, e cai menos acentuadamente nas próximas dosagens. O elemento seguinte é o Fe, que se apresenta bastante oscilante, caindo inicialmente e aumentando após, superando o Mn na dosagem de 80 t/ha e atingindo o nível do Al na dosagem final. O elemento seguinte é o Zn, que apresenta uma tendência levemente decrescente. O Cu é o último elemento, que também diminui, porém não de maneira constante. Seus valores são muito pequenos para constar no gráfico.

Na série adubada não há variações tão acentuadas dos elementos, sendo o Al o elemento acumulado em maior quantidade, que apresenta um pico baixo a 20 t/ha, sobe em 40 t/ha e diminui constantemente até o final. A seguir segue-se o Fe, que não apresenta grandes variações no acúmulo, seguido do Mn com uma clara tendência decrescente, do Zn, seguido pelo Cu, ambos com leve tendência de aumento do peso com o aumento das doses de basalto (Figura 33).

## 5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

### 5.1 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste trabalho são possíveis as seguintes conclusões:

a) Em um solo extremamente pobre, quando houve um suprimento mínimo de nutrientes essenciais (N, P, K e S), o aumento das doses de basalto promoveu o crescimento das plantas a um nível acima do da testemunha, porém somente nas dosagens mais altas.

b) Quando não houve adição dos referidos nutrientes, a adição do basalto provocou diminuição da produção da cultura e da absorção dos elementos estudados.

c) A adição de basalto favoreceu a absorção de N e P, quando houve uma adubação mínima destes elementos, apesar de haver evidências de que o N não é fornecido pela rocha.

d) Quando houve suplementação de nutrientes, o basalto forneceu quantidades expressivas de Mg às plantas, ocorrendo o inverso na ausência de adubação.

e) O basalto acompanhado de adubo promoveu um aumento na absorção de K, porém não há evidências claras de que este elemento tenha sido fornecido pelo basalto.

f) Tanto acompanhado de adubo como isolado, o basalto reduziu significativamente o Mn acumulado pelas plantas, bem como a concentração do mesmo nos tecidos, que passou de valores considerados tóxicos para níveis não tóxicos, porém sem chegar a deficiência.

g) Houve um pequeno mas claro aumento do pH com a adição do basalto, tanto com adubo como isoladamente.

h) Não houve liberação de alumínio tóxico do basalto para as plantas, nem isolado, nem acompanhado de adubo.

i) Não ocorreu resposta clara para Ca, Fe, Zn e Cu, sendo que dos dois últimos elementos o solo possuía altos teores, mesmo antes da adição do basalto.

j) A ação do basalto foi rápida, pois a cultura foi plantada 7 dias após a mistura do produto ao solo e a colheita feita quatro meses após.

k) Houve um aumento significativo dos teores disponíveis de todos os elementos no solo, com o aumento das doses de basalto, exceto para o Al.

l) O basalto apresentou eficiência apenas nas doses

de 160 e 320 t/ha, o que parece torná-lo antieconômico para o uso na agricultura.

n) Há necessidade de estudos mais detalhados antes de se definir pela recomendação da utilização do produto na agricultura ou descartá-lo definitivamente como inviável.

#### 5. 1 SUGESTÕES

Com base nas dificuldades encontradas na execução do experimento, das contradições surgidas a partir da revisão bibliográfica e dos caminhos sugeridos pelos resultados obtidos, verifica-se a necessidade de aprofundar os estudos nas seguintes linhas:

a) Fazer diagnose por subtração dos elementos utilizados na suplementação de nutrientes, isoladamente ou em combinações que permitam identificar qual é o elemento limitante ao desenvolvimento das plantas na série não adubada.

b) Utilização do basalto em solo com alumínio tóxico para verificar o efeito do produto sobre este elemento.

c) Avaliar o efeito do basalto aplicado com matéria orgânica, tanto em aplicação direta como em compostagem.

d) Realizar experimento a longo prazo para verificar

se o efeito é duradouro, ou apenas imediato, conforme detectado por ECOSTEGUY et al. (1985 e 1987); ROSCHNICK et al. (1967) e BARAK, CHEN & SINGER (1983).

e) Avaliar o efeito do basalto na melhoria das condições físicas do solo e o seu efeito sobre o desenvolvimento radicular.

f) Utilizar plantas com sistema radicular mais agressivo e com maior capacidade de extração dos elementos.

g) Realizar experimentos a nível de campo, com culturas anuais e perenes (citrus, amora, silvicultura), avaliando o efeito sobre a produção e considerando os custos.

h) Utilizar o saprolito parcialmente intemperizado e verificar o efeito sobre as condições físicas e químicas do solo.

## 6. ANEXOS

### ANEXO 1

#### Anexo 1. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro Sem de Adubo Químico, sobre a Altura Média das Plantas do trigo (maior perfilho em cm)

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	79.50	68.00	85.25	79.25	76.50	65.25
R2	83.25	79.50	77.00	76.00	70.75	62.00
R3	81.50	72.00	77.50	77.75	74.50	70.00
R4	88.00	81.25	71.25	79.25	77.25	66.25
R5	80.25	73.25	73.25	60.50	77.50	69.50
MÉDIA	82.50	74.80	76.85	74.55	75.30	66.60

#### Anexo 1. 2

ANALISE DE VARIÂNCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	652.52	130.50	11.42	2.27	**
residuo	24.00	609.80	25.41	5.04		
Total	29.00	1262.32				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

#### Anexo 1. 3

TESTE DE TUKEY

CONTRASTE DIFERENÇAS			CONTRASTE DIFERENÇAS		
20 - 0	-7.70		320 - 20	-8.20	
40 - 0	-5.65		80 - 40	-2.30	
80 - 0	-7.95		160 - 40	-1.55	
160 - 0	-7.20		320 - 40	-10.25	*
320 - 0	-15.90	**	160 - 80	.75	
40 - 20	2.05		320 - 80	-7.95	
80 - 20	-.25		320 - 160	-8.70	
160 - 20	.50				

A 5% = 8.79

A 1% = 11.07

SIGNIFICANCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 1. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $y = a + bx + cx^2 + dx^3$ 

Variável dependente = Alt. de plantas

 $r = 0.68$  $r^2 = 0.46$ 

Erro Padrão Estim. = 5.10

Variável	Coefficiente
a	80.994
b	-0.185
c	0.001
d	-0.317E-05

## ANALISE DE VARIÂNCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P.
Regressão	2	585.496	195.165	7.497	0.0009
resíduo	27	676.829	26.032		

## ANEXO 2

## Anexo 2. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro com Adubação Química sobre a Altura Média das Plantas de Trigo (maior perfilho em cm)

## TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	82.00	87.75	89.50	88.75	88.25	86.75
R2	90.25	85.25	86.75	91.75	85.50	85.50
R3	82.50	80.50	89.75	82.75	82.00	86.25
R4	86.50	87.25	89.00	89.50	94.75	78.00
R5	87.25	83.50	82.00	80.25	87.25	83.00
MÉDIA	85.70	84.85	87.40	86.60	87.55	83.90

## Anexo 2. 2

## ANALISE DE VARIÂNCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	52.72	10.54	3.25	.84	
resíduo	24.00	358.78	14.95	3.87		
Total	29.00	411.50				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## ANEXO 3

## Anexo 3. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Peso Seco de Espigas de Trigo ( em g )  
TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	1.83	1.11	2.03	1.85	1.66	.94
R2	2.24	1.56	1.31	1.59	1.18	.66
R3	2.28	1.19	1.57	1.83	1.70	1.21
R4	2.20	1.54	1.21	1.69	1.48	1.08
R5	1.39	1.28	1.35	.88	1.40	1.14
MÉDIA	1.99	1.34	1.49	1.57	1.48	1.00

## Anexo 3. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	2.57	.51	.72	2.38	**
residuo	24.00	2.18	.09	.30		
Total	29.00	4.75				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 3. 3

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE DIFERENÇAS			CONTRASTE DIFERENÇAS		
20 - 0	-.65	*	320 - 20	-.33	
40 - 0	-.49		80 - 40	.07	
80 - 0	-.42		160 - 40	-.01	
160 - 0	-.50		320 - 40	-.49	
320 - 0	-.98	**	160 - 80	-.08	
40 - 20	.16		320 - 80	-.56	*
80 - 20	.23		320 - 160	-.48	
160 - 20	.15				
A 5% =	.53		A 1% =	.66	

SIGNIFICANCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.



## Anexo 3. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $1/y = a + bx + cx^2$ Variável dependente = Peso seco de espigas  $r = 0.61$  $r^2 = 0.37$ 

Erro Padrão Estim. = 0.189

Variável	Coefficiente
a	0.647
b	0.204E <sup>-8</sup>
c	0.373E <sup>-8</sup>

## ANALISE DE VARIANCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	2	0.564	0.282	7.940	0.002
residuo	27	0.959	0.036		

## ANEXO 4

## Anexo 4. 1

Efeito de doses crescentes de Basalto num Latossolo Vermelho Escuro com Adubação Química sobre o Peso Seco de Espigas de Trigo ( em gramas)

## TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	3.38	5.55	7.67	7.04	8.25	9.19
R2	5.90	5.98	6.75	6.66	7.78	9.11
R3	3.37	7.42	5.66	7.52	8.03	8.86
R4	5.17	7.42	7.88	6.17	8.58	8.32
R5	8.19	7.51	7.70	6.15	8.62	9.05
MÉDIA	5.20	6.77	7.13	6.71	8.25	8.91

## Anexo 4. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	42.14	8.43	2.90	2.82	**
residuo	24.00	25.48	1.06	1.03		
Total	29.00	67.62				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 4. 3

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE DIFERENÇAS		CONTRASTE DIFERENÇAS	
20 - 0	1.57	320 - 20	2.13 *
40 - 0	1.93 *	80 - 40	-.43
80 - 0	1.51	160 - 40	1.12
160 - 0	3.05 **	320 - 40	1.77
320 - 0	3.71 **	160 - 80	1.54
40 - 20	.36	320 - 80	2.20 *
80 - 20	-.07	320 - 160	.66
160 - 20	1.48		
A 5% = 1.80		A 1% = 2.26	
SIGNIFICÂNCIA.: * = sig. a 5%; ** = sig. a 1%.			

## Anexo 4. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $y = a + bx + c(\text{sqr}(x))$ 

Variável dependente = Peso de espigas

 $r = 0.76$  $r^2 = 0.57$ 

Erro Padrão Estim. = 0.54

Variável

Coeficiente

a

5.362

b

-0.006

c

0.254

## ANALISE DE VARIANCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	2	38.573	19.287	17.944	0.000
residuo	27	29.021	1.075		

## ANEXO 5

## Anexo 5. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Peso Seco de grãos de Trigo ( em gramas )

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	1.17	.65	1.36	1.20	1.00	.51
R2	1.51	.97	.79	1.04	.71	.32
R3	1.64	.66	.95	1.23	1.08	.76
R4	1.49	.99	.72	1.08	.92	.69
R5	.92	.80	.76	.40	.91	.70
MÉDIA	1.35	.81	.91	.99	.92	.60

## Anexo 5. 2

ANALISE DE VARIÂNCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	1.51	.30	.55	2.29	**
resíduo	24.00	1.38	.06	.24		
Total	29.00	2.88				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 5. 3

TESTE DE TUKEY

CONTRASTE DIFERENÇAS			CONTRASTE DIFERENÇAS		
20 - 0	-.53	**	320 - 20	-.22	
40 - 0	-.43	*	80 - 40	.08	
80 - 0	-.35		160 - 40	.01	
160 - 0	-.42	*	320 - 40	-.32	
320 - 0	-.75	**	160 - 80	-.07	
40 - 20	.10		320 - 80	-.40	
80 - 20	.18		320 - 160	-.33	
160 - 20	.11				

A 5% = .42

A 1% = .53

SIGNIFICÂNCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 5. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $y = a + b(\text{sqr}(x))$ 

Variável dependente = Peso dos Grãos

 $r = 0.57$  $r^2 = 0.33$ 

Erro Padrão Estim. = 0.264

Variável	Coefficiente
a	1.191
b	-0.031

## ANALISE DE VARIANCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	1	0.959	0.959	13.784	0.001
residuo	28	1.947	0.070		

## ANEXO 6

## Anexo 6. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo  
Vermelho Escuro com Adubação Química sobre Peso  
Seco de Grãos de Trigo ( em gramas )

## TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	1.77	3.41	5.66	4.22	5.22	6.12
R2	3.84	3.31	4.89	4.10	5.38	6.26
R3	1.65	5.00	3.44	4.67	5.18	5.76
R4	3.29	5.59	5.28	3.97	6.30	5.70
R5	5.71	5.11	5.18	3.71	5.42	6.18
MÉDIA	3.25	4.48	4.89	4.13	5.50	6.00

## Anexo 6. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	24.20	4.84	2.20	2.40	**
residuo	24.00	20.10	.84	.92		
Total	29.00	44.30				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 6. 3

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE DIFERENÇAS			CONTRASTE DIFERENÇAS		
20 - 0	1.23		320 - 20	1.52	
40 - 0	1.64	*	80 - 40	-.76	
80 - 0	.88		160 - 40	.61	
160 - 0	2.25	**	320 - 40	1.11	
320 - 0	2.75	**	160 - 80	1.37	
40 - 20	.41		320 - 80	1.87	*
80 - 20	-.35		320 - 160	.50	
160 - 20	1.02				

A 5% = 1.60

A 1% = 2.01

SIGNIFICÂNCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 6. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $y = a + bx + c(\text{sqr}(x))$

Variável dependente = Peso dos Grãos

$r = 0.67$

$r^2 = 0.45$

Erro Padrão Estim. = 0.949

Variável

Coefficiente

a

3.426

b

-0.002

c

0.178

## ANALISE DE VARIANCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	2	19.987	9.994	11.098	0.000
residuo	27	24.313	0.900		

## ANEXO 7

## Anexo 7. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Peso Seco da Parte Aérea do Trigo (em gramas)  
TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	5.51	3.65	5.19	5.15	5.10	3.01
R2	6.48	4.76	4.12	4.57	3.62	2.36
R3	5.65	3.85	4.57	5.00	4.70	3.34
R4	6.11	4.47	3.69	4.58	4.05	2.97
R5	4.23	4.08	3.88	3.34	4.18	3.20
MÉDIA	5.60	4.16	4.29	4.53	4.33	2.98

## Anexo 7. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	17.55	3.51	1.87	3.04	**
resíduo	24.00	9.12	.38	.62		
Total	29.00	26.67				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 7. 3

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE DIFERENÇAS		CONTRASTE DIFERENÇAS	
20 - 0	-1.44 **	320 - 20	-1.19 *
40 - 0	-1.31 *	80 - 40	.24
80 - 0	-1.07	160 - 40	.04
160 - 0	-1.27 *	320 - 40	-1.32 *
320 - 0	-2.62 **	160 - 80	-.20
40 - 20	.13	320 - 80	-1.55 **
80 - 20	.37	320 - 160	-1.36 **
160 - 20	.17		
A 5% = 1.08		A 1% = 1.35	

SIGNIFICÂNCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 7. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $1/y = a + bx^2$   
 Variável dependente = Peso da Par. Aérea  $r = 0.76$   $r^2 = 0.57$   
 Erro Padrão Estim. = 0.039

Variável	Coefficiente
a	0.217
b	$0.1 \times 10^{-6}$

## ANALISE DE VARIÂNCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	1	0.057	0.057	37.096	0.000
resíduo	28	0.043	0.002		

## ANEXO 8

## Anexo 8. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro com Adubação Química sobre o Peso Seco da Parte Aérea de Trigo (em gramas)

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	13.08	14.95	16.52	18.33	19.16	19.13
R2	15.94	17.62	16.97	16.90	16.72	18.53
R3	12.25	17.52	16.77	19.08	18.83	17.57
R4	14.13	16.23	17.68	16.97	17.88	16.49
R5	15.19	16.42	17.25	15.09	20.00	18.22
MÉDIA	14.12	16.55	17.04	17.28	18.52	17.99

## Anexo 8. 2

ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	59.15	11.83	3.44	2.87	**
resíduo	24.00	34.43	1.43	1.20		
Total	29.00	93.58				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 8. 3

TESTE DE TUKEY

CONTRASTE DIFERENÇAS			CONTRASTE DIFERENÇAS		
20 - 0	2.43	*	320 - 20	1.44	
40 - 0	2.92	**	80 - 40	.24	
80 - 0	3.16	**	160 - 40	1.48	
160 - 0	4.40	**	320 - 40	.95	
320 - 0	3.87	**	160 - 80	1.24	
40 - 20	.49		320 - 80	.71	
80 - 20	.73		320 - 160	-.53	
160 - 20	1.97				
A 5% =	2.09		A 1% =	2.63	

SIGNIFICÂNCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.



## Anexo 8. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $y = a + bx + c(\text{sqr}(x))$ 

Variável dependente = Peso da P. Aérea

 $r = 0.79$  $r^2 = 0.62$ 

Erro Padrão Estim. = 1.154

Variável	Coefficiente
a	14.147
b	-0.020
c	0.579

## ANALISE DE VARIANCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	2	58.182	29.091	21.827	0.000
residuo	27	35.985	1.333		

## ANEXO 9

## Anexo 9. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Peso do Nitrogenio (N) nos Grãos de Trigo (miligramas)

## TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	19.86	10.27	18.43	19.62	16.65	
R2	24.30	15.73	11.72	18.99	11.60	
R3	24.96	10.84	15.76	19.15	16.19	12.26
R4	21.86	13.80	13.43	18.00	14.91	10.50
R5	14.43	12.03	11.72		14.25	10.54
MÉDIA	21.08	12.53	14.21	18.94	14.72	11.10

## Anexo 9. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam. residuo	5.00	316.13	63.23	7.95	3.03	**
	21.00	144.32	6.87	2.62		
Total	26.00	460.44				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 9. 3

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE DIFERENÇAS		CONTRASTE DIFERENÇAS	
20 - 0	-8.55 **	320 - 20	-1.43
40 - 0	-6.87 **	80 - 40	4.73 *
80 - 0	-2.14	160 - 40	.51
160 - 0	-6.36 **	320 - 40	-3.11
320 - 0	-9.98 **	160 - 80	-4.22
40 - 20	1.68	320 - 80	-7.84 **
80 - 20	6.41 **	320 - 160	-3.62
160 - 20	2.19		

A 5% = 4.57

A 1% = 5.76

SIGNIFICANCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 9. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $y = a + bx + c(\text{sqr}(x))$

Variável dependente = N nos Grãos

$r = 0.50$

$r^2 = 0.25$

Erro Padrão Estim. = 3.802

Variável

Coefficiente

a

19.152

b

0.016

c

-0.649

## ANALISE DE VARIANCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	2	116.109	58.055	4.016	0.031
residuo	24	346.963	14.457		

## ANEXO 10

## Anexo 10. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro com Adubação Química sobre o Peso do Nitrogenio (N) nos Grãos de Trigo (em miligramas)

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	43.43	66.06	110.46	89.14	108.15	113.74
R2	78.38	82.04	103.71	76.22	106.99	122.76
R3	36.05	104.96	69.20	97.22	103.14	126.78
R4	69.10	104.55	104.58	90.01	110.90	101.97
R5	116.46	90.42	114.58	80.55	119.04	124.31
MÉDIA	68.68	89.61	100.51	86.63	109.64	117.91

## Anexo 10. 2

## ANALISE DE VARIÂNCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	7800	1560	39.50	2.27	**
residuo	24.00	7286	303	17.42		
Total	29.00	15086				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 10. 3

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE DIFERENÇAS			CONTRASTE DIFERENÇAS		
20 - 0	20.92		320 - 20	28.31	
40 - 0	31.82	*	80 - 40	-13.88	
80 - 0	17.94		160 - 40	9.14	
160 - 0	40.96	**	320 - 40	17.41	
320 - 0	49.23	**	160 - 80	23.02	
40 - 20	10.90		320 - 80	31.28	*
80 - 20	-2.98		320 - 160	8.27	
160 - 20	20.04				
A 5% =	30.39		A 1% =	38.26	

SIGNIFICÂNCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 10. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $y = a + bx + c(\text{sqr}(x))$ Variável dependente = Peso do N nos Grãos  $r = 0.66$   $r^2 = 0.48$ 

Erro Padrão Estim. = 17.806

Variável	Coefficiente
a	71.120
b	-0.059
c	3.633

## ANALISE DE VARIANCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	2	6631.42	3315.71	10.458	0.000
resíduo	27	8560.05	317.04		

## ANEXO 11

## Anexo 11. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Peso do Nitrogenio (N) na Parte Aérea do Trigo (miligramas)

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	41.57	22.55	32.22	30.68	29.35	
R2	47.68	29.41	26.40	33.45	20.92	
R3	37.79	23.58	31.35	31.23	26.34	20.51
R4	39.42	28.77	23.53	29.53	24.92	16.45
R5	31.33	24.71	23.56		23.73	19.04
MÉDIA	39.56	25.80	27.41	31.22	25.05	18.67

## Anexo 11. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	1032.82	206.56	14.37	3.77	**
resíduo	21.00	304.49	14.50	3.81		
Total	26.00	1337.31				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 11. 3

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE DIFERENÇAS			CONTRASTE DIFERENÇAS		
20 - 0	-13.75	**	320 - 20	-7.14	*
40 - 0	-12.15	**	80 - 40	3.81	
80 - 0	-8.34	*	160 - 40	-2.36	
160 - 0	-14.51	**	320 - 40	-8.75	**
320 - 0	-20.89	**	160 - 80	-6.17	
40 - 20	1.61		320 - 80	-12.56	**
80 - 20	5.42		320 - 160	-6.39	
160 - 20	-0.75				
A 5% = 6.64			A 1% = 8.36		

SIGNIFICÂNCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 11. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $y = a + bx + cx^2$   
 Variável dependente = N na Parte Aérea  $r = 0.75$   $r^2 = 0.57$   
 Erro Padrão Estim. = 0.006

Variável	Coefficiente
a	0.032
b	$4.6 \times 10^{-5}$
c	$0.71 \times 10^{-7}$

## ANALISE DE VARIANCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	2	0.0012	0.0006	15.555	0.000
resíduo	24	0.0009	$3.9 \times 10^{-5}$		

## ANEXO 12

## Anexo 12. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro com Adubação Química sobre o Peso do Nitrogênio (N) na Parte Aérea de Trigo (miligramas)  
TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	155.42	161.84	181.03	216.08	232.19	211.35
R2	206.57	245.17	217.24	187.58	192.03	214.79
R3	141.92	218.90	190.50	221.15	215.04	220.09
R4	168.78	190.72	200.05	208.39	195.43	188.34
R5	194.24	178.67	229.24	174.12	260.24	222.97
MÉDIA	173.39	199.06	203.61	201.46	218.99	211.51

## Anexo 12. 2

## ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	6033	1207	34.74	1.42	
resíduo	24.00	14313	596.38	24.42		
Total	29.00	20346				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## ANEXO 13

## Anexo 13. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Peso do Fósforo (P) nos Grãos de Trigo (miligramas)

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	4.79	2.67	4.34	4.43	3.81	2.42
R2	5.74	3.67	3.22	4.38	3.13	1.46
R3	4.92	2.86	3.99	4.30	3.78	3.10
R4	4.76	3.77	3.03	4.12	3.40	2.74
R5	3.49	2.95	2.51	1.62	3.63	2.65
MÉDIA	4.74	3.18	3.42	3.77	3.55	2.47

## Anexo 13. 2

## ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	13.85	2.77	1.66	2.22	**
resíduo	24.00	13.48	.56	.75		
Total	29.00	27.32				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 13. 2

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE DIFERENÇAS		CONTRASTE DIFERENÇAS	
20 - 0	-1.56 *	320 - 20	-.71
40 - 0	-1.32 *	80 - 40	.35
80 - 0	-.97	160 - 40	.13
160 - 0	-1.19	320 - 40	-.94
320 - 0	-2.27 **	160 - 80	-.22
40 - 20	.23	320 - 80	-1.30
80 - 20	.59	320 - 160	-1.08
160 - 20	.37		
A 5% =	1.31	A 1% =	1.65

SIGNIFICÂNCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 13. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $y = a + bx + cx^2 + dx^3$ 

Variável dependente = P nos Grãos

 $r = 0.60$  $r^2 = 0.35$ 

Erro Padrão Estim. = 0.828

Variável	Coefficiente
a	4.298
b	-0.027
c	$2.2 \times 10^{-4}$
d	$-0.492E^{-6}$

## ANALISE DE VARIANCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	3	9.492	3.164	4.614	0.010
resíduo	26	17.830	0.686		



## ANEXO 14

## Anexo 14. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro com Adubação Química sobre o Peso do Pósforo ( P ) nos Grãos de Trigo (em miligramas)  
TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	6.56	11.58	19.83	14.79	20.90	17.12
R2	13.45	12.90	18.10	17.21	19.36	17.54
R3	5.95	16.99	13.08	18.23	21.25	17.86
R4	11.52	17.91	18.49	16.65	21.42	15.38
R5	17.70	17.37	17.63	12.25	18.98	16.08
MÉDIA	11.04	15.35	17.43	15.83	20.38	16.80

## Anexo 14. 2

## ANALISE DE VARIANÇIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam. residuo	5.00	234.26	46.85	6.84	2.45	**
	24.00	187.86	7.83	2.80		
Total	29.00	422.12				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 14. 3

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE DIFERENÇAS			CONTRASTE DIFERENÇAS		
20 - 0	4.31		320 - 20	1.45	
40 - 0	6.39	**	80 - 40	-1.60	
80 - 0	4.79		160 - 40	2.96	
160 - 0	9.35	**	320 - 40	-.63	
320 - 0	5.76	*	160 - 80	4.56	
40 - 20	2.08		320 - 80	.97	
80 - 20	.48		320 - 160	-3.59	
160 - 20	5.03	*			
A 5% =	4.88		A 1% =	6.14	

SIGNIFICÂNCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 14. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $y = a + bx + c(\text{sqr}(x))$ 

Variável dependente = F nos Grãos

r = 0.67

r<sup>2</sup> = 0.44

Erro Padrão Estim. = 2.884

Variável	Coefficiente
a	11.123
b	-0.047
c	1.174

## ANALISE DE VARIANCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	2	178.850	89.425	10.749	0.000
resíduo	27	224.617	8.319		

## ANEXO 15

## Anexo 15. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Peso do Fósforo ( P ) na Parte Aérea de Trigo (miligramas)

## TABELA DE DADOS

t/ha REPETIÇÃO	0	20	40	80	160	320
R1	6.96	4.77	6.64	6.01	6.27	5.91
R2	8.23	6.71	6.22	7.91	5.17	3.49
R3	6.92	6.04	7.25	6.57	5.59	5.42
R4	7.07	6.21	5.41	6.22	5.59	4.11
R5	6.14	5.57	4.38	4.77	5.26	4.90
MÉDIA	7.06	5.86	5.98	6.30	5.58	4.77

## Anexo 15. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	14.54	2.91	1.71	1.91	*
resíduo	24.00	19.04	.79	.89		
Total	29.00	33.58				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 15. 3

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE DIFERENÇAS			CONTRASTE DIFERENÇAS		
20 - 0	-1.20		320 - 20	-1.09	
40 - 0	-1.08		80 - 40	.32	
80 - 0	-.77		160 - 40	-.40	
160 - 0	-1.49		320 - 40	-1.21	
320 - 0	-2.30	**	160 - 80	-.72	
40 - 20	.12		320 - 80	-1.53	
80 - 20	.44		320 - 160	-.81	
160 - 20	-.28				

A 5% = 1.55

A 1% = 1.96

SIGNIFICANCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 15. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $y = a + b(\text{sqr}(x))$

Variável dependente = P na Parte Aérea

$r = 0.59$

$r^2 = 0.35$

Erro Padrão Estim. = 0.881

Variável

Coefficiente

a

6.839

b

-0.109

## ANALISE DE VARIANCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	1	11.856	11.856	15.283	0.001
resíduo	28	21.722	0.776		

## ANEXO 16

## Anexo 16. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro com Adubação Química sobre o Peso do Fósforo ( P ) na Parte Aérea de Trigo (miligramas)  
TABELA DE DADOS

t/ha REPETIÇÃO	0	20	40	80	160	320
R1	17.87	24.27	30.69	28.89	33.44	28.83
R2	26.75	30.07	31.39	30.01	29.56	26.13
R3	16.54	28.26	26.41	35.52	34.90	27.31
R4	22.35	27.48	30.89	32.26	31.84	25.10
R5	25.29	27.55	29.70	21.35	30.64	25.71
MÉDIA	21.76	27.53	29.82	29.61	32.08	26.62

## Anexo 16. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	317.54	63.51	7.97	2.46	**
resíduo	24.00	251.59	10.48	3.24		
Total	29.00	569.14				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 16. 3

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE DIFERENÇAS			CONTRASTE DIFERENÇAS		
20 - 0	5.77	*	320 - 20		-1.91
40 - 0	8.06	**	80 - 40		-1.21
80 - 0	7.85	**	160 - 40		2.26
160 - 0	10.32	**	320 - 40		-3.20
320 - 0	4.86		160 - 80		2.47
40 - 20	2.29		320 - 80		-2.99
80 - 20	2.08		320 - 160		-5.46
160 - 20	4.55				
A 5% =	5.65		A 1% =	7.11	

SIGNIFICANCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 16. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $y = a + bx + c(\text{sqr}(x))$ 

Variável dependente = P na Parte Aérea

 $r = 0.72$  $r^2 = 0.52$ 

Erro Padrão Estim. = 3.206

Variável	Coefficiente
a	21.254
b	-0.081
c	1.760X

## ANALISE DE VARIÂNCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	2	301.254	150.627	14.658	0.000
resíduo	27	277.446	10.276		

## ANEXO 17

## Anexo 17. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Peso Potássio ( K ) nos Grãos de Trigo ( em miligramas)

## TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	5.96	3.25	6.23	5.74	4.81	2.47
R2	7.40	4.44	3.70	4.28	3.27	1.56
R3	8.04	3.19	4.08	5.52	5.18	3.33
R4	6.84	4.66	3.90	4.99	4.14	3.36
R5	4.41	3.90	3.58	2.06	4.08	3.28
MÉDIA	6.53	3.89	4.30	4.52	4.30	2.80

## Anexo 17. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	36.97	7.39	2.72	2.52	**
residuo	24.00	28.02	1.17	1.08		
Total	29.00	64.99				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 17. 3

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE DIFERENÇAS			CONTRASTE DIFERENÇAS		
20 - 0	-2.64	**	320 - 20	-1.09	
40 - 0	-2.23	*	80 - 40	.22	
80 - 0	-2.01	*	160 - 40	.00	
160 - 0	-2.23	*	320 - 40	-1.50	
320 - 0	-3.73	**	160 - 80	-.22	
40 - 20	.41		320 - 80	-1.72	
80 - 20	.63		320 - 160	-1.50	
160 - 20	.41				

A 5% = 1.88

A 1% = 2.37

SIGNIFICANCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 17. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $y = a + bx + c(\text{sq}(x))$

Variável dependente = K nos Grãos

$r = 0.63$

$r^2 = 0.40$

Erro Padrão Estim. = 1.204

Variável

Coefficiente

a

6.007

b

0.006

c

-0.269X

## ANALISE DE VARIANCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	2	25.814	12.907	8.897	0.001
residuo	27	39.171	1.451		

## ANEXO 18

## Anexo 18. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro com Adubação Química sobre o Peso do Potássio ( K ) nos Grãos de Trigo (em miligramas)

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	7.27	15.32	26.62	19.86	24.55	28.13
R2	17.67	16.54	22.01	19.26	26.34	25.68
R3	7.44	24.49	15.49	21.50	26.43	25.36
R4	15.46	26.84	25.88	20.62	30.88	27.34
R5	25.69	24.52	23.33	17.45	24.94	27.83
MÉDIA	14.71	21.54	22.67	19.74	26.63	26.87

## Anexo 18. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	520.42	104.08	10.20	2.31	**
resíduo	24.00	466.94	19.46	4.41		
Total	29.00	987.36				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 18. 3

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE DIFERENÇAS			CONTRASTE DIFERENÇAS		
20 - 0	6.84		320 - 20	5.33	
40 - 0	7.96	*	80 - 40	-2.93	
80 - 0	5.03		160 - 40	3.96	
160 - 0	11.92	**	320 - 40	4.20	
320 - 0	12.16	**	160 - 80	6.89	
40 - 20	1.12		320 - 80	7.13	
80 - 20	-1.80		320 - 160	.24	
160 - 20	5.09				
A 5% =	7.69		A 1% =	9.69	

SIGNIFICÂNCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 18. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $y = a + bx + c(\text{sq}(x))$ 

Variável dependente = K nos Grãos

 $r = 0.65$  $r^2 = 0.42$ 

Erro Padrão Estim. = 4.709

Variável	Coefficiente
a	15.322
b	-0.028
c	1.136

## ANALISE DE VARIANCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	2	427.385	213.695	9.638	0.001
resíduo	27	598.615	22.171		

## ANEXO 19

## Anexo 19. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Peso do Potássio ( K ) na Parte Aérea de Trigo (miligramas)

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	47.21	38.59	51.81	54.32	45.37	37.41
R2	60.63	39.39	44.42	51.20	38.79	24.91
R3	49.74	39.82	47.22	52.35	47.23	37.11
R4	53.98	46.43	40.73	43.42	40.12	32.20
R5	34.89	39.33	41.92	35.86	38.09	32.03
MÉDIA	49.29	40.71	45.22	47.43	41.92	32.73



## Anexo 19. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam. resíduo	5.00 24.00	879.35 889.90	175.87 37.08	13.26 6.09	2.18	**
Total	29.00	1769.25				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 19. 3

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE	DIFERENÇAS	CONTRASTE	DIFERENÇAS
20 - 0	-8.58	320 - 20	-7.98
40 - 0	-4.07	80 - 40	2.21
80 - 0	-1.86	160 - 40	-3.30
160 - 0	-7.37	320 - 40	-12.49 *
320 - 0	-16.56 **	160 - 80	-5.51
40 - 20	4.51	320 - 80	-14.70 **
80 - 20	6.72	320 - 160	-9.19
160 - 20	1.21		
A 5% =	10.62	A 1% =	13.37

SIGNIFICÂNCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 19. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $1/y = a + bx + cx^2 + dx^3$   
 Variável dependente = K na Parte Aérea  $r = 0.68$   $r^2 = 0.46$   
 Erro Padrão Estim. = 0.004

Variável	Coefficiente
a	0.022
b	$4 \times 10^{-6}$
c	$-0.169E^{-7}$
d	$.288E^{-7}$

## ANALISE DE VARIANÇIA DE REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	3	.00031	.00010	7.480	0.001
resíduo	26	.00036	.00001		

## ANEXO 20

## Anexo 20. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro com Adubação Química sobre o Peso do Potássio ( K ) na Parte Aérea de Trigo (miligramas)

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	174.69	169.96	163.42	222.97	223.85	219.45
R2	217.21	232.61	104.39	186.94	190.76	202.37
R3	165.19	204.79	208.78	231.89	227.03	191.90
R4	183.41	181.10	193.26	228.77	192.99	188.20
R5	163.23	172.74	198.33	180.15	242.14	215.53
MÉDIA	180.75	192.24	173.64	210.14	215.35	203.49

## Anexo 20. 2

## ANALISE DE VARIANÇIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	6888	1378	37.12	1.39	
resíduo	24.00	17062	710.92	26.66		
Total	29.00	23950				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## ANEXO 21

## Anexo 21. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Peso do Cálcio ( Ca ) nos Grãos de Trigo ( em miligramas )  
TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	2.10	1.30	1.08	1.67	1.40	.57
R2	4.08	.96	.63	1.67	2.42	.42
R3	2.63	.80	1.80	1.96	1.19	1.21
R4	2.53	1.19	1.01	2.17	1.84	.96
R5	1.29	.96	1.06	.65	1.63	1.26
MÉDIA	2.53	1.04	1.12	1.62	1.70	.88

## Anexo 21. 2

## ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	9.21	1.84	1.36	2.37	**
resíduo	24.00	7.84	.33	.57		
Total	29.00	17.04				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 21. 3

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE	DIFERENÇAS	CONTRASTE	DIFERENÇAS
20 - 0	-1.48 **	320 - 20	-.16
40 - 0	-1.41 **	80 - 40	.51
80 - 0	-.90	160 - 40	.58
160 - 0	-.83	320 - 40	-.23
320 - 0	-1.64 **	160 - 80	.07
40 - 20	.07	320 - 80	-.74
80 - 20	.58	320 - 160	-.81
160 - 20	.65		

A 5% = 1.00

A 1% = 1.25

SIGNIFICÂNCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 21. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $y = a + bx + cx^2 + dx^3$ 

Variável dependente = Ca nos Grãos

 $r = 0.56$  $r^2 = 0.31$ 

Erro Padrão Estim. = 0.672

Variável	Coefficiente
a	2.112
b	-0.030
c	$2.73 \times 10^{-4}$
d	-0.597E-6

## ANALISE DE VARIANCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	3	5.280	1.760	3.890	0.020
residuo	26	11.764	0.452		

## ANEXO 22

## Anexo 22. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro com Adubação Química sobre o Peso do Cálcio ( Ca ) nos Grãos de Trigo ( em miligramas )

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	1.77	5.79	10.76	5.07	16.72	6.37
R2	19.21	5.62	9.78	4.10	6.45	15.66
R3	3.31	5.00	8.61	7.01	11.40	8.07
R4	4.94	7.27	8.45	8.72	15.12	7.41
R5	5.14	10.73	7.78	6.31	9.20	9.28
MÉDIA	6.87	6.88	9.08	6.24	11.78	9.43

## Anexo 22. 2

## ANALISE DE VARIANÇIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	111.08	22.22	4.71	1.22	
residuo	24.00	360.10	15.00	3.87		
Total	29.00	471.18				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## ANEXO 23

## Anexo 23. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Peso do Cálcio ( Ca ) na Parte Aérea de Trigo (miligramas)

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	9.48	7.89	7.59	17.47	10.41	6.56
R2	15.02	10.46	9.64	10.70	9.70	8.14
R3	9.45	8.76	9.77	17.70	8.44	14.62
R4	14.08	9.54	11.41	10.55	10.29	10.11
R5	8.58	10.80	8.85	6.38	7.51	6.76
MÉDIA	11.32	9.49	9.45	12.56	9.27	9.24

## Anexo 23. 2

## ANALISE DE VARIANÇIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	48.40	9.68	3.11	1.09	
residuo	24.00	196.03	8.17	2.86		
Total	29.00	244.42				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## ANEXO 24

## Anexo 24. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro com Adubação Química sobre o Peso do Cálcio ( Ca ) na Parte Aérea de Trigo (miligramas)  
TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	60.59	60.03	55.27	85.47	75.25	61.39
R2	92.98	75.74	88.66	69.38	62.01	88.05
R3	52.01	186.55	81.93	96.36	74.17	62.40
R4	63.45	54.08	69.20	94.58	63.75	60.31
R5	48.77	58.25	64.50	52.96	76.28	59.81
MÉDIA	63.56	86.93	71.91	79.75	70.29	66.39

## Anexo 24. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	1904	380.79	19.51	.74	
residuo	24.00	16752	698.01	26.42		
Total	29.00	18656				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## ANEXO 25

## Anexo 25.

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Peso do Magnésio (Mg) nos Grãos de Trigo ( em miligramas )  
TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	2.10	1.24	1.76	1.91	1.70	.98
R2	2.72	1.54	1.42	1.88	1.35	.58
R3	2.63	1.33	1.71	1.96	1.62	1.13
R4	2.08	1.69	1.59	1.73	1.56	1.03
R5	1.56	1.43	1.14	.77	1.63	1.05
MÉDIA	2.22	1.45	1.52	1.65	1.57	.95

## Anexo 25. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	4.11	.82	.91	2.80	**
residuo	24.00	2.52	.11	.32		
Total	29.00	6.63				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 25. 3

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE	DIFERENÇAS	CONTRASTE	DIFERENÇAS
20 - 0	-.77 **	320 - 20	-.49
40 - 0	-.69 *	80 - 40	.13
80 - 0	-.57 *	160 - 40	.05
160 - 0	-.65 *	320 - 40	-.57 *
320 - 0	-1.26 **	160 - 80	-.08
40 - 20	.08	320 - 80	-.70 *
80 - 20	.20	320 - 160	-.62 *
160 - 20	.13		
A 5% =	.57	A 1% =	.71

SIGNIFICANCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 25. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $y = a + bx + c(\text{sqr}(x))$ 

Variável dependente = Mg nos Grãos

 $r = 0.66$  $r^2 = 0.43$ 

Erro Padrão Estim. = 0.373

Variável	Coefficiente
a	2.044
b	0.001
c	-0.066

## ANALISE DE VARIANCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	2	2.873	1.437	10.315	0.000
resíduo	27	3.761	0.139		

## ANEXO 26

## Anexo 26. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro com Adubação Química sobre o Peso do Magnésio (Mg) nos Grãos de Trigo ( em miligramas )

## TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	1.77	3.06	7.93	5.91	8.88	7.34
R2	3.84	3.31	6.36	6.56	7.53	8.14
R3	1.65	4.50	5.51	7.01	8.29	5.76
R4	3.29	7.83	7.39	6.34	8.19	7.97
R5	4.57	6.64	6.74	5.57	7.59	7.42
MÉDIA	3.02	5.07	6.79	6.28	8.10	7.33



## Anexo 26. 1

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	82.58	16.52	4.06	3.43	**
residuo	24.00	33.65	1.40	1.18		
Total	29.00	116.23				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 26. 2

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE DIFERENÇAS			CONTRASTE DIFERENÇAS		
20 - 0	2.04		320 - 20	2.26	*
40 - 0	3.76	**	80 - 40	-0.51	
80 - 0	3.25	**	160 - 40	1.31	
160 - 0	5.07	**	320 - 40	0.54	
320 - 0	4.30	**	160 - 80	1.82	
40 - 20	1.72		320 - 80	1.05	
80 - 20	1.21		320 - 160	-0.77	
160 - 20	3.03	**			
A 5% =	2.07		A 1% =	2.60	

SIGNIFICANCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 26. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $y = a + bx + c(\text{sqr}(x))$

Variável dependente = Mg nos Grãos

$r = 0.81$

$r^2 = 0.66$

Erro Padrão Estim. = 1.216

Variável

Coefficiente

a

2.952

b

-0.022

c

0.650

## ANALISE DE VARIANCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	2	76.322	38.161	25.818	0.000
residuo	27	39.908	1.478		

## ANEXO 27

## Anexo 27. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Peso do Magnésio (Mg) na Parte Aérea de Trigo (miligramas)  
TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	6.44	3.34	4.06	4.28	4.98	2.98
R2	8.19	4.58	4.42	6.11	3.39	2.20
R3	7.04	5.15	4.61	6.11	3.79	3.19
R4	6.70	4.47	4.56	4.87	4.06	2.86
R5	4.54	5.69	3.94	3.92	3.92	3.05
MÉDIA	6.58	4.65	4.32	5.06	4.03	2.86

## Anexo 27. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	37.93	7.59	2.75	3.31	**
resíduo	24.00	16.57	.69	.83		
Total	29.00	54.51				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 27. 3

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE	DIFERENÇAS	CONTRASTE	DIFERENÇAS
20 - 0	-1.94 **	320 - 20	-1.79 *
40 - 0	-2.26 **	80 - 40	.74
80 - 0	-1.52 *	160 - 40	-.29
160 - 0	-2.55 **	320 - 40	-1.46 *
320 - 0	-3.73 **	160 - 80	-1.03
40 - 20	-.33	320 - 80	-2.20 **
80 - 20	.41	320 - 160	-1.17
160 - 20	-.62		

A 5% = 1.45                      A 1% = 1.82

SIGNIFICANCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 27. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $1/y = a + bx + cx^2$   
 Variável dependente = Mg na Parte Aérea  $r = 0.80$   $r^2 = 0.64$   
 Erro Padrão Estim. = 0.044

Variável	Coefficiente
a	0.190
b	$3.3 \times 10^{-4}$
c	$0.561E^{-6}$

## ANALISE DE VARIANCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	2	0.096	0.048	24.273	0.000
resíduo	27	0.054	0.002		

## ANEXO 28

## Anexo 28. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro com Adubação Química sobre o Peso do Magnésio (Mg) na Parte Aérea de Trigo (miligramas)  
 TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	14.21	19.22	19.79	24.25	24.21	20.35
R2	15.93	19.05	23.27	21.92	21.14	20.41
R3	13.30	18.27	24.17	24.30	26.03	17.57
R4	17.38	19.53	25.99	23.25	23.24	20.92
R5	15.00	17.95	23.64	18.09	23.62	23.06
MÉDIA	15.16	18.80	23.37	22.36	23.65	20.46

## Anexo 28. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam. residuo	5.00 24.00	264.93 86.43	52.87 3.60	7.27 1.90	3.83	**
Total	29.00	350.76				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 28. 3

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE DIFERENÇAS			CONTRASTE DIFERENÇAS		
20 - 0	3.64	*	320 - 20	1.66	
40 - 0	8.21	**	80 - 40	-1.01	
80 - 0	7.20	**	160 - 40	.28	
160 - 0	8.48	**	320 - 40	-2.91	
320 - 0	5.38	**	160 - 80	1.29	
40 - 20	4.57	**	320 - 80	-1.90	
80 - 20	3.56	*	320 - 160	-3.19	
160 - 20	4.84	**			
A 5% = 3.31			A 1% = 4.17		

SIGNIFICÂNCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 28. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $y = a + bx + c(\text{sqr}(x))$

Variável dependente = Mg na Parte Aérea

$r = 0.83$

$r^2 = 0.69$

Erro Padrão Estim. = 2.036

Variável	Coefficiente
a	14.753
b	-0.067
c	1.520

## ANALISE DE VARIANCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	2	241.489	120.744	29.140	0.000
residuo	27	111.878	4.144		

## ANEXO 29

## Anexo 29. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Peso do Alumínio ( Al ) nos Grãos de Trigo ( em miligramas )

TABELA DE DADOS

t/ha REPETIÇÃO	0	20	40	80	160	320
R1	.11	.21	.13	.16	.13	.06
R2	.48	.32	.15	.16	.25	.05
R3	.29	.13	.05	.07	.66	.21
R4	.07	.12	1.03	.06	.29	.16
R5	.13	.08	.08	.27	.18	.29
MÉDIA	.22	.17	.29	.14	.30	.15

## Anexo 29. 2

## ANALISE DE VARIANÇIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	.12	.02	.15	.72	
resíduo	24.00	1.09	.05	.21		
Total	29.00	1.21				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## ANEXO 30

## Anexo 30. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro com Adubação Química sobre o Peso do Alumínio ( Al ) nos Grãos de Trigo ( em miligramas )

TABELA DE DADOS

t/ha REPETIÇÃO	0	20	40	80	160	320
R1	.07	.08	.21	.05	.26	.07
R2	.19	.08	.12	.05	.06	.07
R3	.03	.06	.17	.12	.13	
R4	.08	.14	.13	.10	.16	.14
R5	.14	.06	.13	.09	.06	.07
MÉDIA	.10	.08	.15	.08	.13	.09

## Anexo 30. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	.02	.00	.07	1.26	
residuo	23.00	.06	.00	.05		
Total	28.00	.08				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## ANEXO 31

## Anexo 31. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Peso do Alumino (Al) na Parte Aérea de Trigo (miligramas)

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	1.30	1.10	1.18	1.25	1.15	.37
R2	1.84	1.65	1.31	1.66	1.27	.41
R3	1.49	1.24	1.04	1.58	1.48	.66
R4	1.34	1.28	2.14	1.31	1.22	.61
R5	1.62	1.23	1.09	1.13	.83	.76
MÉDIA	1.52	1.30	1.35	1.39	1.19	.56

## Anexo 31. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	2.87	.57	.76	2.83	**
residuo	24.00	1.72	.07	.27		
Total	29.00	4.59				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 31. 3

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE	DIFERENÇAS	CONTRASTE	DIFERENÇAS
20 - 0	-.22	320 - 20	-.74 **
40 - 0	-.17	80 - 40	.03
80 - 0	-.13	160 - 40	-.16
160 - 0	-.33	320 - 40	-.79 **
320 - 0	-.96 **	160 - 80	-.20
40 - 20	.05	320 - 80	-.82 **
80 - 20	.09	320 - 160	-.63 **
160 - 20	-.11		
A 5% = .47		A 1% = .59	
SIGNIFICÂNCIA.: * = sig. a 5%; ** = sig. a 1%.			

## Anexo 31. 4 -

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $1/y = a + bx + cx^2$   
 Variável dependente = Al na Parte Aérea  $r = 0.86$   $r^2 = 0.73$   
 Erro Padrão Estim. = X.XX

Variável	Coefficiente
a	0.758
b	-0.002
c	$2.0 \times 10^{-5}$

## ANALISE DE VARIÂNCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	2	5.551	2.775	36.905	0.000
residuo	27	2.030	0.075		

## ANEXO 32

## Anexo 32. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro com Adubação Química sobre o Peso do Alumínio (Al) na Parte Aérea de Trigo (miligramas)

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	9.25	3.68	6.70	5.16	5.30	4.62
R2	7.59	4.90	4.65	4.53	5.87	3.59
R3	7.44	4.28	5.99	6.24	5.23	
R4	6.04	4.79	6.02	7.89	5.66	3.24
R5	3.21	2.74	4.66	4.49	4.43	4.58
MÉDIA	6.71	4.08	5.60	5.66	5.30	4.01

## Anexo 32. 2

ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	25.12	5.02	2.24	1.75	*
residuo	23.00	37.84	1.65	1.28		
Total	28.00	62.96				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 32. 3

TESTE DE TUKEY

CONTRASTE	DIFERENÇAS	CONTRASTE	DIFERENÇAS
20 - 0	-2.63 *	320 - 20	-.07
40 - 0	-1.10	80 - 40	.06
80 - 0	-1.04	160 - 40	-.31
160 - 0	-1.41	320 - 40	-1.60
320 - 0	-2.70 *	160 - 80	-.36
40 - 20	1.53	320 - 80	-1.65
80 - 20	1.58	320 - 160	-1.29
160 - 20	1.22		

A 5% = 2.24                      A 1% = 2.82

SIGNIFICANCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.



## ANEXO 33

## Anexo 33. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Peso do Ferro ( Fe ) nos Grãos de Trigo ( em miligramas )

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	.10	.04	.18	.16	.10	.05
R2	.17	.07	.05	.11	.07	.04
R3	.09	.05	.06	.13	.15	.07
R4	.05	.07	.13	.12	.10	.07
R5	.09	.03	.04	.05	.09	.09
MÉDIA	.10	.05	.09	.11	.10	.06

## Anexo 33. 2

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	.01	.00	.05	1.41	
resíduo	24.00	.04	.00	.04		
Total	29.00	.05				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## ANEXO 34

## Anexo 34. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro com Adubação Química sobre o Peso do Ferro ( Fe ) nos Grãos de Trigo ( em miligramas )

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	.33	.13	.07	.16	.39	.27
R2	.17	.16	.18	.19	.30	.19
R3	.09	.21	.12	.21	.31	.33
R4	.26	.18	.24	.32	.26	.23
R5	.25	.22	.25	.25	.38	.71
MÉDIA	.22	.18	.17	.23	.33	.35

## Anexo 34. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam. residuo	5.00 24.00	.14 .27	.03 .01	.17 .11	1.58	
Total	29.00	.41				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## ANEXO 35

## Anexo 35. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Peso do Ferro (Fe) na Parte Aérea de Trigo ( miligramas )

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	.76	.40	.55	.28	.48	.56
R2	.96	.56	.32	.46	.25	.41
R3	.66	.50	.31	1.14	.48	.24
R4	.61	.35	.46	.85	.68	.44
R5	.57	.51	.46	.76	.77	1.00
MÉDIA	.71	.46	.42	.70	.53	.53

## Anexo 35. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam. residuo	5.00 24.00	.36 1.11	.07 .05	.27 .22	1.25	
Total	29.00	1.48				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## ANEXO 36

## Anexo 36. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro com Adubação Química sobre o Peso do Ferro (Fe) na Parte Aérea de Trigo ( miligramas )

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	4.99	2.45	3.14	2.49	3.25	3.29
R2	4.23	3.24	2.97	2.69	3.74	2.59
R3	4.05	3.05	3.52	3.24	3.62	2.72
R4	3.56	2.86	3.86	4.29	3.70	2.44
R5	2.29	2.21	2.95	2.65	2.99	4.04
MÉDIA	3.82	2.76	3.29	3.07	3.46	3.02

## Anexo 36. 2

ANALISE DE VARIÂNCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	3.49	.70	.84	.1.32	
resíduo	24.00	9.67	.40	.63		
Total	29.00	13.16				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## ANEXO 37

## Anexo 37. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Peso do Cobre ( Cu ) nos Grãos de Trigo ( em microgramas )

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	11.68	5.20	16.26	19.14	11.03	4.63
R2	15.09	9.65	15.73	21.91	12.81	2.27
R3	16.41	7.98	15.19	24.56	10.79	7.57
R4	14.87	11.91	14.44	19.52	7.36	5.49
R5	11.03	11.16	22.83	14.97	9.08	6.98
MÉDIA	13.82	9.18	16.89	20.02	10.21	5.39

## Anexo 37. 2

## ANALISE DE VARIANÇIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam. residuo	5.00 24.00	721.70 182.06	144.34 7.59	12.01 2.75	4.36	**
Total	29.00	903.76				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 37. 3

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE	DIFERENÇAS	CONTRASTE	DIFERENÇAS
20 - 0	-4.64	320 - 20	-3.79
40 - 0	3.07	80 - 40	3.13
80 - 0	6.20 **	160 - 40	-6.68 **
160 - 0	-3.60	320 - 40	-11.50 **
320 - 0	-8.43 **	160 - 80	-9.81 **
40 - 20	7.71 **	320 - 80	-14.63 **
80 - 20	10.84 **	320 - 160	-4.83 *
160 - 20	1.03		

A 5% = 4.80                      A 1% = 6.05

SIGNIFICÂNCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 37. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $\ln y = a + bx + cx^2$   
 Variável dependente = Cu nos Grãos                       $r = 0.73$                        $r^2 = 0.54$   
 Erro Padrão Estim. = 0.373

Variável	Coefficiente
a	2.528
b	0.003
c	$-2 \times 10^{-8}$

## ANALISE DE VARIANÇIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	2	4.354	2.177	15.618	0.000
residuo	27	3.763	0.139		

## ANEXO 38

## Anexo 38. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro com Adubação Química sobre o Peso do Cobre ( Cu ) nos Grãos de Trigo ( em microgramas )

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	24.81	27.24	50.98	46.47	62.69	55.04
R2	38.42	49.62	44.03	40.98	48.39	50.10
R3	19.84	49.98	41.32	37.39	51.83	34.58
R4	42.77	72.68	47.53	39.65	63.01	51.27
R5	45.67	51.08	51.85	29.70	54.22	61.84
MÉDIA	34.30	50.12	47.14	38.84	56.03	50.57

## Anexo 38. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	1638	327.66	18.10	1.83	*
residuo	24.00	2356	98.18	9.91		
Total	29.00	3995				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 38. 3

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE DIFERENÇAS		CONTRASTE DIFERENÇAS	
20 - 0	15.82	320 - 20	.45
40 - 0	12.84	80 - 40	-8.30
80 - 0	4.54	160 - 40	8.89
160 - 0	21.73 *	320 - 40	3.42
320 - 0	16.26	160 - 80	17.19
40 - 20	-2.98	320 - 80	11.73
80 - 20	-11.28	320 - 160	-5.46
160 - 20	5.91		
A 5% =	17.28	A 1% =	21.76

SIGNIFICANCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## ANEXO 39

## Anexo 39. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Peso do Cobre (Cu) na Parte Aérea de Trigo (em microgramas)

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	46.41	29.16	35.41	30.99	31.52	14.61
R2	54.89	28.65	25.74	32.49	21.55	18.52
R3	36.46	17.54	33.31	54.77	28.91	20.46
R4	37.98	18.87	23.35	30.00	23.00	14.64
R5	37.53	37.41	38.41	23.56	25.43	24.48
MÉDIA	42.65	26.33	31.24	34.36	26.08	18.54

## Anexo 39. 2

## ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	1704	340.73	18.46	2.43	**
resíduo	24.00	1390	57.90	7.61		
Total	29.00	3093				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 39. 3

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE	DIFERENÇAS	CONTRASTE	DIFERENÇAS
20 - 0	-16.33 *	320 - 20	-7.78
40 - 0	-11.41	80 - 40	3.12
80 - 0	-8.29	160 - 40	-5.16
160 - 0	-16.57 *	320 - 40	-12.70
320 - 0	-24.11 **	160 - 80	-8.28
40 - 20	4.92	320 - 80	-15.92 *
80 - 20	8.04	320 - 160	-7.54
160 - 20	-1.24		

A 5% = 13.27

A 1% = 16.71

SIGNIFICÂNCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 39. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $1/y = a + bx + cx^2$ Variável dependente = Cu na Parte Aérea  $r = 0.68$   $r^2 = 0.46$ 

Erro Padrão Estim. = 0.010

Variável	Coefficiente
a	0.031
b	$3 \times 10^{-5}$
c	$0.15E^{-6}$

## ANALISE DE VARIANCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	2	0.0021	0.0011	11.528	0.000
resíduo	27	0.0025	0.0001		

## ANEXO 40

## Anexo 40. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro com Adubação Química sobre o Peso do Cobre (Cu) na Parte Aérea de Trigo (em microgramas)

## TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	115.31	96.48	137.84	201.62	160.24	263.27
R2	110.98	178.40	152.73	168.98	105.09	810.86
R3	83.36	162.67	174.62	224.72	133.71	140.88
R4	107.78	189.70	159.12	182.75	225.12	116.05
R5	102.58	141.60	184.61	177.61	143.73	170.13
MÉDIA	104.00	153.77	161.78	191.14	153.58	300.24

## Anexo 40. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	110174	22035	148.44	1.22	
resíduo	24.00	355711	14821	121.74		
Total	29.00	465886				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## ANEXO 41

## Anexo 41. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Peso do Zinco ( Zn ) nos Grãos de Trigo ( em miligramas )

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	.08	.04	.08	.05	.05	.03
R2	.07	.06	.04	.05	.04	.02
R3	.07	.04	.05	.06	.05	.04
R4	.05	.06	.04	.06	.05	.04
R5	.06	.05	.03	.02	.05	.04
MÉDIA	.07	.05	.05	.05	.05	.03

## Anexo 41. 2

ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	.003	.0006	.02	1.79	*
residuo	24.00	.004	.0002	.01		
Total	29.00	.01				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 41. 3

TESTE DE TUKEY

CONTRASTE	DIFERENÇAS	CONTRASTE	DIFERENÇAS
20 - 0	-.02	320 - 20	-.02
40 - 0	-.02	80 - 40	.00
80 - 0	-.02	160 - 40	.00
160 - 0	-.02	320 - 40	-.01
320 - 0	-.03 **	160 - 80	.00
40 - 20	.00	320 - 80	-.01
80 - 20	.00	320 - 160	-.01
160 - 20	.00		

A 5% = .02

A 1% = .03

SIGNIFICANCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.



## Anexo 41. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $y = a + bx + c(\text{sqr}(x))$ 

Variável dependente = Zn nos Grãos

 $r = 0.58$  $r^2 = 0.34$ 

Erro Padrão Estim. = 0.013

Variável	Coefficiente
a	0.063
b	$4 \times 10^{-5}$
c	-0.0021

## ANALISE DE VARIANCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	2	0.0022	0.0011	6.890	0.003
residuo	27	0.0043	0.0002		

## ANEXO 42

## Anexo 42. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro com Adubação Química sobre o Peso do Zinco ( Zn ) nos Grãos de Trigo ( em miligramas )

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	.11	.13	.23	.21	.22	.27
R2	.30	.20	.26	.23	.25	.26
R3	.09	.25	.17	.26	.26	.24
R4	.12	.23	.26	.17	.25	.22
R5	.24	.21	.25	.15	.30	.23
MÉDIA	.17	.20	.23	.20	.26	.24

## Anexo 42. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	.024	.005	.070	1.38	
residuo	24.00	.061	.003	.051		
Total	29.00	.086				

Significância:

\* = sig. a 5%;

\*\* = sig. a 1%.

## ANEXO 43

## Anexo 43. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Fuso de Zinco (Zn) na Parte Aérea de Trigo ( miligramas )

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	.24	.13	.21	.12	.12	.10
R2	.22	.19	.21	.16	.09	.08
R3	.18	.17	.15	.15	.10	.10
R4	.20	.15	.13	.14	.11	.09
R5	.23	.17	.10	.11	.11	.09
MÉDIA	.21	.16	.16	.14	.11	.09

## Anexo 43. 2

ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	.05	.01	.10	3.75	**
residuo	24.00	.02	.00	.03		
Total	29.00	.06				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 43. 3

TESTE DE TUKEY

CONTRASTE DIFERENÇAS	CONTRASTE DIFERENÇAS
20 - 0	-0.05 *
40 - 0	-0.05 *
80 - 0	-0.08 **
160 - 0	-0.11 **
320 - 0	-0.12 **
40 - 20	.00
80 - 20	-0.03
160 - 20	-0.06 *
320 - 20	-0.07 **
80 - 40	-0.02
160 - 40	-0.05 *
320 - 40	-0.07 **
160 - 80	-0.03
320 - 80	-0.04
320 - 160	-0.01

A 5% = .05

A 1% = .06

SIGNIFICANCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 43. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $1/y = a + bx + cx^2$ Variável dependente = Zn na Parte Aérea  $r = 0.87$   $r^2 = 0.76$ 

Erro Padrão Estim. = 1.200

Variável	Coefficiente
a	5.141
b	0.037
c	$-6 \times 10^{-5}$

## ANALISE DE VARIANCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	2	125.689	62.845	41.549	0.000
resíduo	27	40.839	1.513		

## ANEXO 44

## Anexo 44. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro com Adubação Química sobre o Peso do Zinco (Zn) na Parte Aérea de Trigo ( miligramas )

## TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	.40	.29	.37	.44	.47	.52
R2	.59	.43	.48	.42	.43	.48
R3	.39	.44	.41	.53	.48	.43
R4	.33	.37	.45	.44	.41	.41
R5	.33	.37	.48	.32	.50	.47
MÉDIA	.41	.38	.44	.43	.46	.46

## Anexo 44. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	.02	.00	.07	1.06	
resíduo	24.00	.10	.00	.07		
Total	29.00	.13				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## ANEXO 45

## Anexo 45. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Peso do Manganês ( Mn ) nos Grãos de Trigo (em miligramas)

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	.19	.09	.18	.07	.07	.04
R2	.20	.11	.08	.07	.05	.03
R3	.17	.09	.12	.08	.07	.05
R4	.18	.14	.09	.07	.06	.04
R5	.16	.11	.07	.03	.06	.04
MÉDIA	.18	.11	.11	.06	.06	.04

## Anexo 45. 2

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	.06	.01	.11	4.91	**
resíduo	24.00	.01	.00	.02		
Total	29.00	.08				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 45. 3

TESTE DE TUKEY

CONTRASTE	DIFERENÇAS	CONTRASTE	DIFERENÇAS
20 - 0	-.07 **	320 - 20	-.07 **
40 - 0	-.07 **	80 - 40	-.04 *
80 - 0	-.12 **	160 - 40	-.05 *
160 - 0	-.12 **	320 - 40	-.07 **
320 - 0	-.14 **	160 - 80	.00
40 - 20	.00	320 - 80	-.02
80 - 20	-.04 *	320 - 160	-.02
160 - 20	-.04 *		

A 5% = .04

A 1% = .05

SIGNIFICÂNCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 45. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $y = a + bx + c(\text{sqr}(x))$ 

Variável dependente = Mn nos Grãos

 $r = 0.90$  $r^2 = 0.81$ 

Erro Padrão Estim. = 0.023.

Variável	Coefficiente
a	0.177
b	$4.4 \times 10^{-4}$
c	-0.015

## ANALISE DE VARIANCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	2	0.061	0.031	56.497	0.000
resíduo	27	0.015	0.0054		

## ANEXO 46

## Anexo 46. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro com Adubação Química sobre o Peso do Manganês ( Mn ) nos Grãos de Trigo (em miligramas)

## TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	.20	.23	.32	.15	.30	.22
R2	.43	.25	.29	.18	.20	.22
R3	.18	.39	.14	.17	.26	.26
R4	.34	.47	.31	.28	.28	.23
R5	.51	.34	.32	.24	.29	.24
MÉDIA	.33	.34	.28	.20	.27	.23

## Anexo 46. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	.07	.01	.12	1.42	
resíduo	24.00	.16	.01	.08		
Total	29.00	.23				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## ANEXO 47

## Anexo 47. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Peso do Manganês (Mn) na Parte Aérea de Trigo (miligramas)

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	1.46	.77	.77	.31	.36	.20
R2	1.43	.82	.64	.35	.27	.18
R3	.88	.94	.65	.48	.32	.24
R4	1.27	.87	.64	.37	.33	.19
R5	1.01	.95	.57	.30	.31	.11
MÉDIA	1.21	.87	.65	.36	.32	.18

## Anexo 47. 2

ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	3.79	.76	.87	7.31	**
resíduo	24.00	.34	.01	.12		
Total	29.00	4.13				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 47. 3

TESTE DE TUKEY

CONTRASTE	DIFERENÇAS	CONTRASTE	DIFERENÇAS
20 - 0	-.34 **	320 - 20	-.68 **
40 - 0	-.56 **	80 - 40	-.29 **
80 - 0	-.85 **	160 - 40	-.34 **
160 - 0	-.89 **	320 - 40	-.47 **
320 - 0	-1.03 **	160 - 80	-.05
40 - 20	-.22 *	320 - 80	-.18
80 - 20	-.51 **	320 - 160	-.13
160 - 20	-.55 **		

A 5% = .21                      A 1% = .26

SIGNIFICANCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

Anexo 47. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $\ln y = a + bx + cx^2$ Variável dependente = Mn na Parte Aérea  $r = 0.95$   $r^2 = 0.90$ 

Erro Padrão Estim. = 0.227

Variável	Coefficiente
a	0.070
b	-0.012
c	$2 \times 10^{-5}$

## ANALISE DE VARIANCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	2	11.913	5.957	115.310	0.000
resíduo	27	1.395	0.052		

ANEXO 48

Anexo 48. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro com Adubação Química sobre o Peso do Manganês (Mn) na Parte Aérea de Trigo (miligramas)

TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	2.98	2.21	1.46	1.33	1.34	.79
R2	3.27	2.32	2.09	1.28	1.09	.65
R3	2.41	2.48	2.10	1.39	1.28	.72
R4	2.91	2.57	2.16	1.44	1.31	.62
R5	2.43	2.14	2.36	1.16	1.53	.67
MÉDIA	2.80	2.34	2.03	1.32	1.31	.69

Anexo 48. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	15.19	3.04	1.74	7.47	**
resíduo	24.00	1.31	.05	.23		
Total	29.00	16.50				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 48. 3

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE	DIFERENÇAS	CONTRASTE	DIFERENÇAS
20 - 0	-.46 *	320 - 20	-1.65 **
40 - 0	-.77 **	80 - 40	-.71 **
80 - 0	-1.48 **	160 - 40	-.72 **
160 - 0	-1.49 **	320 - 40	-1.34 **
320 - 0	-2.11 **	160 - 80	-.01
40 - 20	-.31	320 - 80	-.63 **
80 - 20	-1.02 **	320 - 160	-.62 **
160 - 20	-1.03 **		

A 5% = .41                      A 1% = .51

SIGNIFICÂNCIA.:            \* = sig. a 5%;            \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 48. 4

## ANÁLISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $1/y = a + bx + cx^2$   
 Variável dependente = Mn na Parte Aérea       $r = 0.96$        $r^2 = 0.92$   
 Erro Padrão Estim. = 0.112

Variável	Coefficiente
a	0.396
b	0.003
c	-0.18E- <sup>06</sup>

## ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	2	3.896	1.948	155.224	0.000
resíduo	27	0.339	0.013		



## ANEXO 49

## Anexo 49. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Peso

pH DO SOLO  
TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	5.00	5.20	5.70	5.30	6.10	5.90
R2	5.00	5.20	5.70	5.30	6.10	5.90
R3	5.00	5.20	5.70	5.30	6.20	5.90
R4	5.00	5.20	5.70	5.30	6.20	6.00
R5	5.00	5.20	5.30	5.60	5.90	6.10
MÉDIA	5.00	5.20	5.62	5.36	6.10	5.96

## Anexo 49. 2

## ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Causa de Variação	G.L.	S.O.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam. residuo	5.00	4.68	.94	.97	8.77	**
	24.00	.29	.01	.11		
Total	29.00	4.97				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 49. 3

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE	DIFERENÇAS	CONTRASTE	DIFERENÇAS
20 - 0	.20 *	320 - 20	.76 **
40 - 0	.62 **	80 - 40	-.26 **
80 - 0	.36 **	160 - 40	.48 **
160 - 0	1.10 **	320 - 40	.34 **
320 - 0	.96 **	160 - 80	.74 **
40 - 20	.42 **	320 - 80	.60 **
80 - 20	.16	320 - 160	-.14
160 - 20	.90 **		

A 5% = .19

A 1% = .24

SIGNIFICÂNCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

Anexo 49. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $y = a + bx + cx^2 + dx^3$ 

Variável dependente = pH do Solo

 $r = 0.89$  $r^2 = 0.80$ 

Erro Padrão Estim. = 0.199

Variável	Coefficiente
a	5.085
b	0.006
c	-0.88E-5
d	-0.60E-7

## ANALISE DE VARIÂNCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	3	3.964	1.316	33.352	0.000
resíduo	26	1.026	0.039		

ANEXO 50

Anexo 50. 1

Efeito de doses crescentes de basalto num Latossolo Vermelho Escuro sem Adubação Química sobre o Pazo  
pH DO SOLO

## TABELA DE DADOS

t/ha	0	20	40	80	160	320
REPETIÇÃO						
R1	4.90	5.10	5.20	5.50	5.70	6.10
R2	5.00	5.10	5.20	5.60	5.70	6.10
R3	4.90	5.10	5.20	5.50	5.80	6.20
R4	5.00	5.20	5.20	5.60	5.80	6.20
R5	5.00	5.10	5.20	5.60	5.80	6.20
MÉDIA	4.96	5.12	5.20	5.56	5.76	6.16

## Anexo 50. 2

## ANALISE DE VARIANCIA

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Desvio padrão	v	Significância
Tratam.	5.00	5.12	1.02	1.01	20.94	**
resíduo	24.00	.06	.00	.05		
Total	29.00	5.17				

Significância: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 50. 3

## TESTE DE TUKEY

CONTRASTE	DIFERENÇAS	CONTRASTE	DIFERENÇAS
20 - 0	.16 **	320 - 20	1.04 **
40 - 0	.24 **	80 - 40	.36 **
80 - 0	.60 **	160 - 40	.56 **
160 - 0	.80 **	320 - 40	.96 **
320 - 0	1.20 **	160 - 80	.20 **
40 - 20	.08	320 - 80	.60 **
80 - 20	.44 **	320 - 160	.40 **
160 - 20	.64 **		

A 5% = .08                      A 1% = .11

SIGNIFICANCIA.: \* = sig. a 5%; \*\* = sig. a 1%.

## Anexo 50. 4

## ANALISE DE REGRESSÃO

Equação que melhor se ajusta:  $y = a + bx + cx^2 + dx^3$

Variável dependente = pH do Solo

$r = 0.97$

$r^2 = 0.94$

Erro Padrão Estim. = 0.115

Variável	Coefficiente
a	4.862
b	0.012
c	$-5 \times 10^{-8}$
d	$0.9E-7$

## ANALISE DE VARIANCIA DA REGRESSÃO

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Regressão	3	5.667	1.889	143.436	0.000
resíduo	26	0.342	0.013		

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01 - ABRÁHÃO, I.O. & CAMPOS, D.A.F. de. Mineralogia, Piracicaba, ESALQ, 1970, 67 p.
- 02 - ADAMS, R.S. & STEVENSON, F.J. Amônio Sorption and Release from Rocks and Minerals, Soil Sci. Am. Proc., 28:345-351, 1964.
- 03 - ALBERT, R. Ein nachhaltig wirksamer Forstdüngungsversuch. Forstarchiv, 12:158-62, 1936.
- 04 - \_\_\_\_\_. Untersuchungen Über die Tiefenwirkung des Völlumbruches und der Basaltdüngung, Forstarchiv 16:231-2, 1940.
- 05 - AMBERGER, A. Pflanzenernährung. 2.ed. Stuttgart, Ulmer, 1983. 250 p.
- 06 - BABARCZY, J. [Viticultural experiments in pure basalt powder.] Soil and Fertiliser, 17:516(2550), 1954. Resumo.
- 07 - BARAK, P. et al. Ground basalt and tuff as iron fertilizers for calcareous soils. Plant and Soil, 73:155-8, 1983.
- 08 - BRAG, J.M. & YAMADA, T. Uso eficiente de fertilizantes potássicos. In: SIMPOSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA. Anais... Brasília, 1984. p. 291-323.
- 09 - CARMICHAEL, I.S.E. et. al. Igneous Petrology, International series in the Earth and Planetary Sciences, New York, MacGraw-Hill, 1974, 739 p.
- 10 - CATANI, R.A. & ALONSO, O. Extração de alumínio trocável e pH do solo. An. ESALQ, 26:141-56, 1969.
- 11 - CAMPOS, D. A. F. de et al. Rochas Magmáticas. Piracicaba, Esalq, 1968. 49 p.
- 12 - DERCOUT, J. & PAQUET, J. Geologia, Barcelona, Reverte, 1978, 423 p.
- 13 - D'HOTMAN DE VILLIERS, O. Sur la réjuvenation des latérites tropicales par l'incorporation des poussières basaltiques. Revue Agricole de l'île Maurice, p. 89-92, 1937.

- 14 - \_\_\_\_\_. Sur des résultats d'études relatives a la ré-juvénation de nos sols épuisés de des régions humides par incorporation de poussière basaltique. Revue Agricole de l'Ile Maurice, 26:160-75, 1947.
- 15 - \_\_\_\_\_. Sur d'autres résultats d'études relatives a la réjuvénation de nos sols épuisés des régions humides par incorporation de poussière basaltique. Revue Agricole de l'Ile Maurice, 28:124-34, 1949.
- 16 - \_\_\_\_\_. Soil Rejuvenation with Crushed Basalt in Mauritius - Part I - Consistent results of world-wide interests. International Sugar Journal, 63(755):363-4, 1961.
- 17 - \_\_\_\_\_. Soil Rejuvenation with Crushed Basalt in Mauritius - Part II - The fertility of basalt and its nutritional effects. International Sugar Journal, 64(757):3-5, 1962.
- 18 - ECOSTEGUY, P.A.V. et al. Uso de basalto moído como fonte de nutrientes às plantas em solos ácidos e de baixa fertilidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 5., Lavras, 1985. Ou UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, Faculdade de Agronomia, Departamento de Solos. Relatorio de Atividades, maio, 1985.
- 19 - \_\_\_\_\_. Uso de basalto moído como fonte de nutrientes e corretivo da acidez do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21., Resumos ..., Campinas, 1987, p. 93.
- 20 - EMBRAPA. Manual de Metodos de Análises de Solo, Rio de Janeiro, 1979. p. irr.
- 21 - EVANS, H. Investigations on the Fertilizer Value of Crushed Basaltic Rock. In: MAURITIUS SUGAR CANE RESEARCH STATION. Annual Report. 18:42-8, 1947.
- 22 - FEIDEN, A. et al. Cracterização química de 9 fontes de basalto do Estado do Paraná. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE AGRICULTURA ALTERNATIVA, 4., Porto Alegre, 1989. Anais no prelo.
- 23 - FEILAFÉ, S.M. Fertilizing Value of Crushed Basalt. In: MAURITIUS SUGAR CANE RESEARCH STATION. Annual Report. 21:25-7, 1950.
- 24 - \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. In: MAURITIUS SUGAR CANE RESEARCH STATION. Annual Report. 23:19-20, 1952.
- 25 - FICK, K.R. et al. Metodos de Determinação de Mine-rais em Tecidos de Animais e Plantas. Programa de pesquisa de minerais na América Latina. Departamen-to de Ciência Animal, Centro de Agricultura Tropic-al. Universidade da Flórida, Gainesville. 1976 61 p.

- 26 - GEERING, J. Urgensteinmehl und Spurenelemente. Mitteilungen für die Schweizerische Landwirtschaft, 5(3):49-59, 1957.
- 27 - GILLMAN, G.P. The Effect of Crushed Basalt Scoria on the Cation Exchange Properties of a Highly Weathered Soil. Soil Science Soc. Am. J., 44:465-8, 1980.
- 28 - GOTTSCHALL, R. Mineralische Zuschlagstoffe. In: GOTTSCHALL, Kompostierung, Karlsruhe, Mueller, Copia xerográfica, (1984), p. 79-87.
- 29 - GRINDROD, J. Trap Rock Dust Fertiliser. Fertiliser and Feeding Stuffs Journal, 39:855, 1953.
- 30 - HERMANN, A.G. Praktikum der Gesteinanalyse, Berlin, Spriger, 1975, 204 p.
- 31 - HILDEBRAND, C. Manual de análise química de solos e plantas, Curitiba, UFPR, 1975, 204 p.
- 32 - HILF, H. H. Basaltgrus - Der Nachhaltsdünger armer sandböden. Forsarchiv, 13:113-6, 1937.
- 33 - \_\_\_\_\_. Die Düngung mit Basalt-Abfällen. Forstar- chiv, 14(617):93-101, 1938.
- 34 - HYPOLITO, R. Estudo Experimental de Alteração Intem- périca de Diabásio. São Paulo, 1972, 103 p. Tese, Doutorado, USP.
- 35 - JORGE, J.A. Física e Manejo dos Solos Tropicais, Campinas, ICEA, 1986, 328 p.
- 36 - JULIEN, J.H. & SORNAY, A.de. Planting Media for Sugar Cane Fuzz and Seedlings. Revue Agricole et Sucrière de l'Ile Maurice, 34(sept-oct):197-200, 1955. Ou: ANNUAL CONGRESS SOUTH AFRICAN SUGAR TECHNOLOGISTS' ASSOCIATION, 29th., Durban, 1955. Proceedings.
- 37 - KAVALERIDZE, W.C. Nossos Solos. 3.ed. Curitiba, Voz do Paraná, 1978. 76 p.
- 38 - KÖEPF, H.H. et al. Agricultura Biodinâmica. 3.ed. São Paulo, Nobel, 1984. 334 p.
- 39 - KOZEL, J. [Complex method of reclaiming degraded sandy soils with ortstein. Soil and Fertiliser, 26:126(918), 1963. Resumo.
- 40 - LARACH, J.O.I. et al. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. Curitiba, SUDESUL/EMERAPA/IAPAR, 1984, 2 v. 791 p.
- 41 - LEINS, V. & AMARAL, S.E. Geologia Geral. 3.ed. São Paulo, Nacional, 1969. 487 p.

- 42 - LETERRIER, J. et al. Composition chimique et parenté tholéititique des Roches Basaltiques du Bassin du Paraná. C. R. Acad. Sc. Paris, 274:1772-75, 1972.
- 43 - LINCOLN, R. et al. Réjuvenation des sols épuisés des régions humides. Revue Agricole de l'Ile Maurice, 27:155-62, 1948.
- 44 - LHOTSKY, J. Über eine Methode zur Verbesserung des Sorptionskomplexes von Sandböden. Tagungsbericht - Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR., 75:691-5, 1965.
- 45 - MALAVOLTA, E. Manual de Calagem e Adubação das Principais Culturas. São Paulo, Ceres, 1987. 496 p.
- 46 - \_\_\_\_\_. et al. Nutrição Mineral e Adubação de Plantas Cultivadas. São Paulo, Pioneira, 1974. 727 p.
- 47 - \_\_\_\_\_. & KLIEMANN, H.J. Desordens Nutricionais no Cerrado. Piracicaba, Potafós, 1985. 136 p.
- 48 - MARCONI, A. et al. Petrologia. Piracicaba, Esalq, 1970. 71 p.
- 49 - MARTIN-LEAKE, H. Soil rejuvenation in Mauritius. International Sugar Journal, 50(592):90-1, 1948.
- 50 - \_\_\_\_\_. International Sugar Journal, 52:117-8, 1950.
- 51 - MAURITIUS SUGAR CANE RESEARCH STATION. Sugar Cane Research in Mauritius in 1952. Revue Agricole Maurice, 33:38-9, 1954.
- 52 - MELFI, A.J. & LEVI, F. Geochemical and Mineralogical Study on the First Stages of Weathering of Basic and Related Rocks. Part I - Mineralogical study. Revista Brasileira de Geociências, 1(1):22-28, 1971.
- 53 - MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. Principles of Plant Nutrition. 3.ed. Bern, IPI, 1982. 665 p.
- 54 - MOTTA, A.C.V. & FEIDEN, A. Avaliação do P em um LE submetido a diferentes doses de basalto. Revista do Setor de Ciências Agrárias, no prelo.
- 55 - NEMEC, A. [Improvement of degraded poor forest soils with the help of crushed basic eruptive rocks.] Soil and Fertiliser, 11:341 (1629), 1948. Resumo.
- 56 - \_\_\_\_\_. [A new method for improving degraded forest soils by means of basic rock from quarries.] Soil and Fertiliser, 13:352 (1940), 1950. Resumo.

- 57 - \_\_\_\_\_. Meliorace degradované lesní pudy diabasovou moučkou v polesí Choltice. [The Amelioration of a Degraded Forest Soil by means of Diabase Meal in the Forest District Choltice.] Ceskoslovenska Akademie Zemedelskych Sbornik, 25:55-64, 1952. Resumo.
- 58 - \_\_\_\_\_. Meliorace podzolu se stmelecem v polesí Zehrov Hnojením cedivým prachem [The Melioration of Podzol with Hard-pan in the Forest District of Zehrov by Means of Basalt Powder]. Ceskoslovenska Akademie Zemedelskych Sbornik, 25:83-96, 1952. Resumo.
- 59 - \_\_\_\_\_. [Effect of Degraded Soil Amelioration by Means of Basic Rock Powders on the Growth and Nutrition of Forest Stands.] Za Sotsialisticheskuyu Sel'skloziaistvennyu Nauku-Srie Agr. Zooteck. A5(3):295-304, 1956. Resumo.
- 60 - \_\_\_\_\_. Die Steigerung der Fruchtbarkeit der Buche und der Linde durch Düngung mit basischen Gesteinsmehlen. Za Sotsialisticheskuyu Sel'skloziaistvennyu Nauku-Srie Agr. Zooteck. A5(3):305-8, 1956.
- 61 - NOVAIS, R. F. de. Estudo preliminar sobre a utilização do "Tufito" na recuperação de cerrados de Patos de Minas. Seiva, 29(67):5-13, 1969.
- 62 - \_\_\_\_\_. & BRAGA FILHO, L.R. Aplicação de "Tufito" e NPK na adubação do Feijão, em um solo de Patos de Minas. Ceres, 17(95)jan/fev:308-14, 1971.
- 63 - OLEJNIK, J. Análises de Solo. Tabelas para transformação de resultados analíticos e interpretação de resultados, Curitiba, ACARPA/EMATER-PR, 1987. 25 p.
- 64 - PAGEL, H. et al. Pflanzenenährstoffe in tropischen Böden - ihre Bestimmung und Bewertung. Berlin, VEB-Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1982. 272 p.
- 65 - PARISH & FEILAFÉ, S.M. Field Experimentation. In: MAURITIUS SUGAR INDUSTRY RESEARCH INSTITUTE. Annual Report. 23:23, 1958.
- 66 - RESENDE, M. Mineralogy, Chemistry, Morphology and Geomorphology of some Soils of the Central Plateau of Brazil, Purdue, Purdue University, Tese de Doutorado, 1976, 218 p.
- 67 - RITCHEY, K.D. et al. Disponibilidade de Zinco para as culturas do milho, sorgo e soja em Latossolo Vermelho Escuro argiloso. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 21(3):215-22, 1986.
- 68 - ROSCHNIK, P.M. et al. The effect of incorporating crushed basalt rock into an infertile acid sand. Rhodesia, Zambia and Malawi Journal of Agriculture Research, 5:133-8, 1967.



- 69 - RUEGG, N.R. & AMARAL, G. Variação Regional da Composição Química das Rochas Basálticas da Bacia do Paraná. Boletim do I. G., 7:131-47, 1976.
- 70 - \_\_\_\_\_. & VANDOROS, P. O Diabásio de Laranjal Paulista, SP. Ciencia e Cultura, 17(2):128-9, 1965.
- 71 - \_\_\_\_\_. Características de Distribuição e teor de elementos principais em rochas basálticas da Bacia do Paraná. Boletim do I. G., 7:81-106, 1976.
- 72 - SARRUGE, J.R. Práticas de nutrição e adubação das plantas cultivadas, Piracicaba, ESALQ, 1970. mimeografado.
- 73 - SAUK, J. Novos conhecimentos na economia da adubação, produção de biogás e fermentação regulável de urina esterco e palha. Novos caminhos para uma Agricultura Alternativa. Mal. Cdo. Rondon, 1980, 3 p. mimeografado.
- 74 - \_\_\_\_\_. Pedras produzem pão. Mal. Cdo. Rondon, 1980, 5 p. mimeografado.
- 75 - SCHMITT, L. Die frage der DÜngung mit Steinmehlen. Landwirtschaftliche Forschung, 1:14-28, 1949.
- 76 - ŠHRBENA, B. [Occurrence, Characteristics and Possibilities of the Utilization of Basalt tufagenous Rocks.] Vedecke Práce Vyzkumného Ústavu Melioraci ve Zbrazlavi, 13:245-61, 1973. Resumo.
- 77 - SCHLICHTING, E. & BLUME, H.P. Bodenkundliches Praktikum, Hamburg, Paul Parey, 1966. 221 p.
- 78 - TISDALE, S.L. et al. Soil Fertility and Fertilizers. 4.ed. New York, McMillan, 1985. 745 p.
- 79 - TUCKER, T.C. & KURTZ, L.T. A Comparison of Several Chemical Methods with the Bioassay Procedures for Extrating Zinc from Soils, Proc. Soil Sci. Amer., 19:477-481, 1955.
- 80 - TURNER, F.J. & VERHOOGEN, J. Igneous and Metamorphic Petrology, International series in the Earth Sciences, New York, McGraw-Hill, 1960, 694 p.
- 81 - WIEDMANN, . Der Gegenwärtige Stand der forstlichen DÜngung. Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, 385:22 e 70, 1932.
- 82 - WUTKE, A.C.P. Acidez. In: MONIZ, A.C. (Coord.) Elementos de Pedologia. São Paulo, USP/Polígono, 1972. 460 p.