

8
631
CLÁUDIA MEDEIROS SUASSUNA

71
(
ALTERAÇÕES NA FERTILIDADE DO SOLO E RESPOSTA
BIOLÓGICA DE PLANTAS DE ALFACE À APLICAÇÃO DE
FERTILIZANTE FLUIDO ASSOCIADO COM O RESÍDUO SÓLIDO
DO FERTILIZANTE *SUPERMAGRO*

97 95
47
26
ORIENTADOR: Dr. MAURÍCIO DE OLIVEIRA

Monografia apresentada à Escola
Superior de Agricultura de Mossoró
para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Mossoró
R. G. do Norte - Brasil
Julho - 1996

CLÁUDIA MEDEIROS SUASSUNA

PL

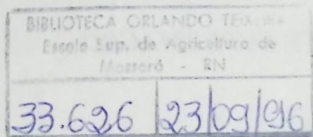
**ALTERAÇÕES NA FERTILIDADE DO SOLO E RESPOSTA
BIOLÓGICA DE PLANTAS DE ALFACE À APLICAÇÃO DE
FERTILIZANTE FLUIDO ASSOCIADO COM O RESÍDUO SÓLIDO
DO FERTILIZANTE *SUPERMAGRO***

ORIENTADOR: Dr. MAURÍCIO DE OLIVEIRA

Monografia apresentada à Escola
Superior de Agricultura de Mossoró
para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Mossoró
R. G. do Norte - Brasil
Julho - 1996

M.
631.8
S.939a



Nº 19083

Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e catalogação da
Biblioteca "Orlando Teixeira" da ESAM

S. 939a Suassuna, Cláudia Medeiros.

Alterações na fertilidade do solo e resposta biológica de plantas
de alface à aplicação de fertilizante fluido associado com o resíduo
sólido do fertilizante *supermagro*/Cláudia Medeiros Suassuna. --
Mossoró-RN: ESAM, 1996.

- 41 p. Monografia (Graduação em Agronomia) ESAM, 1996.
1. Fertilizante - Solos - Aplicação
 2. Fertilidade - Solos
 3. Fertilizante *supermagro*

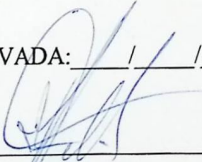
CDD. 631.8

CLÁUDIA MEDEIROS SUASSUNA

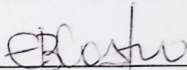
**ALTERAÇÕES NA FERTILIDADE DO SOLO E RESPOSTA
BIOLÓGICA DE PLANTAS DE ALFACE À APLICAÇÃO DE
FERTILIZANTE FLUIDO ASSOCIADO COM O RESÍDUO SÓLIDO
DO FERTILIZANTE *SUPERMAGRO***

Monografia apresentada à Escola
Superior de Agricultura de Mossoró
para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

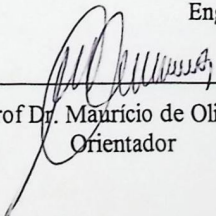
APROVADA: _____



Prof. João Liberalino Filho
Membro



Eng.ª Agrônoma Elenimar B. de Castro
Membro



Prof. Dr. Máuricio de Oliveira
Orientador

*Aos meus pais, responsáveis
máximos pela minha existência, a
vocês que me ensinaram a respeitar
as pessoas, a ser justa e honesta. E
que mesmo distante em alguns
momentos me transmitiram coragem
e amor.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, que me fez Seu semelhante na busca de um mundo verdadeiramente mais justo.

À Federação dos Estudantes de Agronomia do Brasil, pelo meu crescimento político.

Ao Centro Acadêmico da ESAM, por ter proporcionado minha formação política, social, cultural e humanista. E pelas verdadeiras amizades que contruí.

Ao Grupo Verde de Agricultura Alternativa, pelo aprendizado.

Ao professor Mauricio de Oliveira, pela amizade e valiosa orientação.

Ao professor e amigo João Liberalino, pela grande contribuição.

Ao professor Roberto Brígido, pela colaboração e amizade.

A Eng^a Agrônoma Elenimar Bezerra de Castro, pela colaboração nas análises e participação na banca.

As companheiras da casa - 04 (Maristela Perreira, Marilene Moura, Marialda Moura, Vânia Porto, Rosemary Feitosa, Telma Gomes, Rosane Felix, Maria José Ribeiro e Giane Russel), pela convivência agradável e cheia de aprendizado.

A minha tia Chaguinha, pelo apoio constante.

As amigas Marilene, Juci, por nossa amizade e a Maria José pela força nesse último ano.

A todos que resistem aos desmandos da ESAM, pelo crescimento que me proporcionou em busca de uma democracia.

A ASDESAM, por ceder sua estrutura para digitação deste trabalho e pela resistência.

Ao funcionário Elídio Andrade, pela colaboração nas análises.

Enfim, a todos que contribuíram para a realização desse trabalho.

DADOS BIOGRÁFICOS DO AUTOR

CLÁUDIA MEDEIROS SUASSUNA, filha de Alexandrino Suassuna Sobrinho e Martha Medeiros da Costa Suassuna, nasceu em Umarizal, estado do Rio Grande do Norte, no dia 08 de janeiro de 1973. Sua formação básica se deu na Escola Estadual Zenon de Souza no município de Umarizal- RN, concluindo em 1990 o segundo grau no Colégio Dinâmico de Natal - RN.

Em 1991, ingressou no curso de Agronomia na Escola Superior de Agricultura de Mossoró, onde foi conselheira do Conselho Departamental, Coordenadora do Centro Acadêmico da ESAM e Coordenadora por dois anos da Federação dos Estudantes de Agronomia do Brasil, Superintendência Regional V.

Participou como bolsista do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq), no período de agosto de 1995 à julho de 1996.

Em julho de 1996 concluiu o curso de Agronomia.

EXTRATO

SUASSUNA, Cláudia Medeiros. **Alterações na fertilidade do solo e resposta biológica de plantas de Alface à aplicação de fertilizante fluido associado com o resíduo sólido do fertilizante *Supermagro***. Professor Orientador: Maurício de Oliveira. Professor Co-orientador: João Liberalino Filho.

O experimento foi conduzido na Escola Superior de Agricultura de Mossoró - RN, objetivando testar o efeito da quimigação com produto organomineral, conhecido como *Supermagro*, no melhoramento da fertilidade do solo, variando o espectro de dosagens e o efeito do resíduo sólido do *Supermagro*, como condicionador físico e químico do solo. O trabalho foi realizado em duas fases: o preparo da formulação *Supermagro* e aplicação dos tratamentos. O delineamento usado foi um fatorial incompleto com parcelas subdivididas, com 10 tratamentos e 03 repetições. A aplicação do fertilizante *Supermagro* contribuiu para o aumento nos teores de cálcio, magnésio, potássio e fósforo no solo. O rendimento máximo do alface foi obtido no tratamento que recebeu dose equivalente a 100cm^3 do *Supermagro* associado com $30\text{m}^3/\text{ha}$ do resíduo sólido. Nessa combinação foi também registrado o maior teor de potássio no tecido vegetal.

SUMÁRIO

EXTRATO	vi
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1 - Fertilizantes organominerais	04
2.2 - Capacidade de troca catiônica no organomineral	06
2.3 - As fontes de nutrientes do fertilizante organomineral	07
2.3.1 - O nitrogênio no fertilizante organomineral	07
2.3.2 - O fósforo no fertilizante organomineral	08
2.3.3 - O potássio no fertilizante organomineral	10
2.3.4 - Macronutrientes secundários e micronutrientes no organomineral	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 - Preparação do Supermagro	13
3.1.1. Recipiente	13
3.1.2 - Colocação dos reagentes	13
3.2 - Caracterização do material	15
3.2.1 - O Solo	15
3.2.2 - A Solução Supermagro	15
3.2.3 - Resíduo sólido	16
3.3 - Aplicação dos tratamentos	17

3.3 - Aplicação dos tratamentos	17
3.3.1 - Pedomateriais	17
3.3.2 - Os Tratamentos	17
3.3.3 - Condução do ensaio de casa-de-vegetação.....	19
3.4 - Parâmetros avaliados	20
3.4.1 - Resposta biológica	20
3.4.2 - Alterações na fertilidade do solo.....	20
3.4.3 - Retenção da água no solo	21
3.5 - Delineamento experimental	21
3.6 - Análise estatística	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1 - Alterações na fertilidade do solo nos vasos	22
4.1.1 - Reação do solo	22
4.1.2 - Cátions trocáveis.....	24
4.1.3 - Fósforo assimilável	30
4.2 - Resposta biológica	32
4.2.1 - Matéria verde e matéria seca	32
4.2.2 - Acumulação de macronutrientes.....	34
5. CONCLUSÕES	37
6. RESUMO	38
7. LITERATURA CITADA	39
APÊNDICE	42

1. INTRODUÇÃO

O sistema de produção alimentar no mundo atual, segundo BONILLA (1992), se divide em dois grandes modelos de agricultura: o modelo da maximização do lucro (ou agricultura moderna) e, o modelo da otimização produtiva. A produção agrícola no modelo de *maxi lucrativa* é calcada na mecanização intensa durante o processo produtivo, com redução ao mínimo, da mão-de-obra. Há nesse caso, emprego de defensivos e outros agroquímicos com objetivo duplo de nutrir as plantas e o solo. Para Romeiro (1992) citado por EHLERS (1994), uma das principais características desse modelo de agricultura tem sido o emprego da monocultura. Essa prática quase sempre proporciona uma organização do processo mais simples e possibilidade de obtenção de rendas diferenciadas.

Dadas as condições empíricas em que a pesquisa que serve de suporte a esse modelo de agricultura, na maioria das vezes serem desenvolvidas em condições diversas daquelas onde tem sido empregada, verifica-se que nem sempre, os resultados obtidos nessas condições específicas podem ser extrapoladas para regiões climáticas e sócio-econômicas diversas. Essa regra é aplicada quase sempre quando se pretende aplicar esse modelo agrícola em regiões subdesenvolvidas do Terceiro Mundo. Tem-se registro de

insucessos em alguns empreendimentos nessas regiões, em decorrência de desequilíbrios ecológicos, advindos das práticas agrícolas e cultivares exóticas das plantas geralmente empregadas. Para as condições do semi-árido nordestino, e mais especificamente na região de fruticultura do Oeste do Estado do Rio Grande do Norte, existem pesquisas várias registrando alterações na fertilidade dos solos e desequilíbrios nutricionais em plantas, quando esse modelo de agricultura foi utilizado de forma pouco racional. Segundo SOUZA NETO (1994), as adubações químicas tradicionalmente efetuadas na região do chamado *Polo de Hortifruticultura de Mossoró*, têm geralmente apresentado problemas à fertilidade dos solos cultivados sob agricultura de alto nível de insumos. Para EHLERS (1994), o uso abusivo desses insumos pode significar para os sistemas produtivos não apenas a diminuição da eficiência energética mas, também, o aumento dos custos de produção.

O emprego demasiado de formulações com fontes altamente solúveis de nutrientes no solo, associadas com agrotóxicos, num modelo de agricultura de maximização lucrativa, torna-se, importante, em decorrência da elevação nos patamares do rendimento da cultura, porém podem trazer problemas quanto a qualidade do produto final, além dos problemas sociais e ambientais. Por outro lado, o modelo da otimização produtiva, procura estabelecer no campo, relações ecologicamente equilibradas do sistema solo-planta-atmosfera, fundamentado nos princípios da sustentabilidade, como preconizado no Documento da AGENDA 21 da UNCED¹, mundialmente conhecida como ECO - 92. Percebe-se, no entanto, que esse modelo indica o desejo de um novo paradigma tecnológico que não agrida o meio ambiente, servindo portanto, para explicitar uma insatisfação com a

¹ Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, julho de 1992.

agricultura moderna. A agricultura sustentável, é praticada neste modelo de exploração dos Recursos Naturais, também chamada *Agricultura Ecológica*. Na agricultura ecológica a preocupação maior é calcada na Teoria da Trofobiose (CHABOUSSOU, 1987), onde o cuidado com o equilíbrio no estado nutricional das plantas e a preservação do meio ambiente são as principais preocupações.

A utilização racional de insumos na adubação pode resultar na melhoria de diversas propriedades do solo. Para KIEHL (1993), o uso de fertilizantes organominerais evita o excesso de cálcio livres e também a presença de substâncias tóxicas. Além de funcionar como condicionador do sistema radicular, aumentando a eficiência em fornecer nutrientes aos vegetais.

Dado o crescente interesse de algumas comunidades, associações e entidades não-governamentais, preocupadas com o desenvolvimento sustentável, registra-se hoje na agricultura mundial, grande variedade de exemplos com aplicações de formulações alternativas de adubação e outras práticas de manejo da fertilidade do solo, onde os fundamentos da agricultura ecológica são observadas.

O presente trabalho teve como objetivo testar o efeito da quimigação com produto organomineral, conhecido como *supermagro* no melhoramento da fertilidade do solo em diferentes dosagens, e o efeito do resíduo sólido como condicionador físico e químico do solo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fertilizantes organominerais

Para KIEHL (1993), o homem obtém os melhores resultados na adubação quando imita a natureza, o derrame natural das folhas, flores, ramos e frutos forma na superfície do solo o horizonte orgânico. Por decomposição dessa massa vegetal infestada de microrganismos e vermes, há formação de húmus e liberação de sais minerais contendo os indispensáveis nutrientes das plantas; o húmus vai sendo gerado e vai se associando com esses sais minerais, gerando uma associação que pode ser chamada de " Fertilizante organomineral formado naturalmente no solo".

CHABOUSSOU (1987), mostra que a fertilização orgânica apresenta propriedades, como: melhoria na capacidade do solo no que diz respeito a retenção de água, à melhoria da microflora do solo e proporcionando inclusive ao solo elementos minerais em quantidades não desprezíveis, sobretudo N, P, S, Mg e K.

Os fertilizantes minerais atuam principalmente sobre a componente química da fertilidade do solo para garantir de modo contínuo o crescimento das plantas (MALAVOLTA, 1981). Segundo KIEHL (1993), os fertilizantes minerais quando empregados em altas doses podem causar danos às culturas pela concentração salina

exagerada em volta das sementes ou das raízes, o excesso de ácido ou cálcio livres e também pela presença de substâncias tóxicas. O uso de fertilizantes organominerais, segundo o mesmo autor, evitaria tais inconvenientes.

Portanto, as misturas organominerais, destacam-se como equilibradoras do sistema solo-planta-atmosfera. KIEHL (1985), cita que os fertilizantes organominerais permitem um balanceamento dos nutrientes N-P-K, enriquecendo o fertilizante orgânico nos nutrientes que se apresentam em menores teores. E, que, com a aplicação destes, a desproporção de nitrogênio em relação a fósforo e potássio pode ser melhorada, principalmente para o caso de adubações em plantas de ciclo curto mais exigentes em fósforo ou potássio.

Experimentos realizados por Hiroce et al. (1976) citados por KIEHL (1993), demonstram o inegável efeito da associação dos fertilizantes minerais com os orgânicos, mostrando que o adubo mineral e orgânico combinados aumentaram os teores de enxofre e manganês nas folhas de cafeeiro.

A matéria orgânica acrescida ao fertilizante mineral para compor o organomineral, portanto, diminui a possibilidade de ocorrerem incompatibilidades físicas ou químicas entre os componentes do adubo inorgânico.

SILVA & VIZZOTTO (1990), estudaram o efeito da adubação organomineral sobre a produtividade e tamanho de frutos de tomate, e verificaram que houve melhor rendimento e melhores índices de frutos graúdos.

Os sais dos fertilizantes minerais dissolvem-se na solução do solo em concentrações mais elevadas que a da seiva das raízes, desidratando-as por osmose e causando a plasmólise das células, consequentemente a planta murcha, sofrendo pela falta

d'água. Para KIEHL (1993), a adubação realizada com fertilizantes organominerais, a probabilidade de ocorrer esse dano é mínima, uma vez que eles contêm menos sais minerais e ainda os têm condicionado pela matéria orgânica. Chaminade (1945) citado por KIEHL (1993), estudando a neutralização da água-de-cal em uma mistura de ácido húmico e fosfato monocálcico, obteve resultados em que as precipitações do superfosfato na ausência de húmus foram bem maiores, evitando assim a insolubilização do fósforo por cátions floculantes, tais como o cálcio. O mesmo autor observou ainda que uma pequena dose de húmus com a solução de água-de-cal, fez com que a planta absorvesse maior quantidade de elementos minerais, além da qual a ação estimulante do húmus foi extremamente clara no primeiro cultivo e que essa ação estimulante deu lugar a um "consumo de luxo" de todos os nutrientes.

2.2. Capacidade de troca catiônica no organomineral

A fertilidade do solo está relacionada com a capacidade de cálcio trocável. Este cálcio trocável se encontra relacionado com o teor do solo em matéria orgânica. Um solo pobre que apresenta uma baixa capacidade de trocas de cátions, apresenta-se debilitado na capacidade de absorção de nutrientes. Por isso, um manejo na fertilidade do solo pode obter melhores respostas do solo e da cultura. Segundo PRIMAVESI (1988), o aumento da capacidade de trocas catiônicas de um solo, significa que a planta será melhor nutrida, por que o solo consegue manter mais nutrientes em formas trocáveis e disponíveis para a planta.

KIEHL (1993), afirma que o húmus tem a propriedade de adsorver eletrostaticamente nutrientes catiônicos, cedendo-os posteriormente às raízes das plantas. Os cátions adsorvidos pelo húmus ou pela argila do solo são lixiviados com menor intensidade

pela água que percola através do perfil do solo. O mesmo autor cita ainda que, em um solo pobre em argila ou húmus, por exemplo, o potássio do fertilizante mineral aplicado, não encontrando colóides para adsorvê-lo, permanece dissociado na água do solo, levando os sais minerais da solução do solo para posições fora do alcance das raízes das plantas.

2.3. As fontes de nutrientes do fertilizante organomineral

2.3.1. O nitrogênio no fertilizante organomineral

O nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade pelas culturas e, no entender de RAIJ (1991), por ser um elemento afetado por uma dinâmica bastante complexa e por não deixar efeitos residuais diretos das adubações, o manejo adequado de uma adubação nitrogenada se torna das mais difíceis.

Segundo KIEHL (1993), toda forma de nitrogênio mineral introduzida no solo, se não passar à forma orgânica, será lavada pela água das chuvas. Diz-se ainda que a única maneira de armazenar nitrogênio no solo é na forma orgânica, pois o nitrogênio dos fertilizantes minerais é facilmente lavado, perdendo-se nas camadas mais profundas do solo. Para RAIJ (1991), as formas minerais são instáveis no solo, pela possível lixiviação de nitrato e porque, durante o próprio ciclo da cultura pode haver mineralização da matéria orgânica, alterando as quantidades existentes.

Portanto, a adubação nitrogenada apresenta grandes dificuldades e deve ser feita com cuidado. Se de um lado, a falta de nitrogênio pode limitar seriamente as produções, por outro o excesso pode reduzi-las. No organomineral, explica KIEHL (1993), o nitrogênio do adubo orgânico funciona com disponibilidade controlada, liberando o nutriente paulatinamente, enquanto que o nitrogênio do fertilizante mineral é de pronta

assimilação. O mesmo autor cita que essa combinação ideal de diferentes disponibilidades de nitrogênio é que permite ao organomineral ser usado nas culturas de ciclo curto em uma só aplicação.

SILVA Jr. (1987), estudando o efeito da adubação organomineral em repolho, verificou que a combinação de sulfato de amônia com esterco de curral e cloreto de potássio, proporcionou incremento de 21 a 26% do teor de nitrogênio, resultando num aumento de produtividade.

2.3.2. O fósforo no fertilizante organomineral

O fósforo como sugere RAIJ (1991), é, dos três macronutrientes, aquele exigido em menores quantidades pela planta, no entanto trata-se de um dos nutrientes mais usados em adubação no Brasil. Esta situação pode ser explicada por uma carência generalizada de fósforo nos solos brasileiros, bem como por ter este elemento uma forte interação com o solo.

Segundo KIEHL (1993), deve-se aplicar quatro vezes mais fósforo do que a planta poderia absorver, pelo fato de ocorrer no solo a reação de fixação. A fixação ou insolubilização do fósforo diminui grandemente a disponibilidade do nutriente para as raízes. O mesmo autor cita ainda que uma maneira de proteger os fertilizantes fosfatados da fixação é misturá-los com fertilizantes orgânicos que, quando finamente pulverizados, envolvem suas partículas ou grânulos protegendo-os da fixação.

PEIXOTO et al (1987), estudaram o efeito do superfosfato triplo compostado, com lixo, e concluíram que a sua aplicação aumentou a absorção do fósforo pelo feijoeiro em relação ao superfosfato triplo aplicado no plantio sem o composto.

Indicando que o composto deu certa proteção contra a propriedade adsorviva dos colóides do solo ou imobilização temporária do fósforo, aumentando a disponibilidade desse nutriente para a planta (Parfitt et al. 1975; Rajan & Fox 1975; Munns & Fox 1976; Chanhan et al 1981; Hedley et al 1982 citados por PEIXOTO et al, 1987).

PEIXOTO et al (1987), observaram também que o uso dos fertilizantes organominerais proporcionaram um aumento no teor de fósforo orgânico, o qual poderá funcionar como reserva desse nutriente para as plantas. Outra observação importante foi feita por MAZUR et al (1983), onde estudaram o efeito da matéria orgânica na disponibilidade do fósforo do superfosfato triplo. Para isso, empregaram doses desse fertilizante associadas a compostos de lixo domiciliar. Com relação ao fósforo assimilável, o uso da matéria orgânica na maioria dos tratamentos foi positiva, verificando-se também uma elevação de 57% no teor de fósforo assimilável devido a associação do composto com o superfosfato triplo. Os mesmos autores observaram ainda que as terras que não receberam o fertilizante organomineral, só superfosfato, o valor médio do fósforo assimilável foi de 21 mg/kg, enquanto que nas terras com organomineral, composto + superfosfato o valor do fósforo assimilável alcançou 32 mg/kg.

El-Baruni & Olsen (1979) citados por KIEHL (1993), observaram que misturando previamente esterco com superfosfato simples e aplicando em dois diferentes solos, a disponibilidade de fósforo para as raízes, era maior do que quando os fertilizantes orgânico e mineral eram usados separadamente.

2.3.3. O Potássio no fertilizante organomineral

O potássio é um dos macronutrientes vegetais susceptíveis a perdas por lixiviação em solos, pois é absorvido pelas plantas direto da solução do solo, na forma iônica de K^+ .

RAIJ (1991), comenta que o potássio depende da difusão para chegar na superfície das raízes. Contudo, sais de potássio apresentam em geral alta solubilidade e, assim, os teores de K^+ na solução do solo podem atingir concentrações bastante elevadas, permitindo também um esgotamento mais fácil pelas plantas.

KIEHL (1993), afirma que o aproveitamento do potássio solúvel, pelas raízes, está intimamente ligado com a capacidade de trocas de cátions (CTC) do solo.

A observação feita por BRAGA & YAMADA (1984), mostra que com a adição dos fertilizantes potássicos, o teor do elemento no solo eleva-se muito, provocando a sua movimentação em direção a região de absorção do vegetal ou a sua perda por lixiviação. Dependendo da quantidade adicionada de potássio, afirma o autor, ocorre uma elevação da concentração salina na solução do solo provocando efeitos irreparáveis ao vegetal. Se as quantidades aplicadas forem menores, haverá absorção constante pelo vegetal, acarretando benefícios.

O uso do fertilizante organomineral, diminui a necessidade da utilização do fertilizante potássico e ainda o condiciona ao material orgânico, fazendo com isso que haja um maior aproveitamento do potássio (KIEHL, 1993).

2.3.4. Macronutrientes secundários e micronutrientes no organomineral

Segundo Malavolta citado por KIEHL (1993), a aplicação apenas de nitrogênio, fósforo e potássio nos solos, pode levar-nos a prejuízos incalculáveis.

O enxofre, o cálcio e o magnésio são considerados macronutrientes secundários e não despertam o interesse direto do setor comercial, o que leva, às vezes, a situações de deficiências desses nutrientes. Realmente, os produtores de fertilizantes e os agricultores não tem dado a devida importância que os nutrientes cálcio, magnésio e enxofre desempenham na nutrição vegetal e, conseqüentemente, na produção agrícola (KIEHL, 1993). É fácil deduzir que saturar excessivamente um solo com apenas três elementos minerais é uma forma de desequilibrá-lo ionicamente e empobrecê-lo em termos de fertilidade.

Pouco tem-se visto sobre a importância dos micronutrientes. BRADY (1989), cita que uma característica comum a todos os micronutrientes é que eles são exigidos em quantidades muito pequenas. Além disso, todos eles são prejudiciais quando as formas assimiláveis se apresentam no solo em quantidades excessivamente elevadas.

Os micronutrientes são geralmente aplicados no solo junto a minerais ou organominerais, na forma de sais solúveis, ou alternativamente como adubação foliar. Segundo KIEHL (1993), os micronutrientes ferro e manganês na forma de sais solúveis não devem ser aplicados diretamente no solo ou em mistura com fertilizantes minerais por serem facilmente insolubilizados. Esse problema, no entanto, pode ser controlado misturando-se os sais solúveis de ferro e manganês previamente com o fertilizante orgânico humificado, é que o fertilizante humificado contém quelatos que impedem a insolubilização.

Analisando o efeito do organomineral, no rendimento vegetal, ERNANI et al (1982), observaram que o teor de micronutrientes, o nível de matéria orgânica e o pH do solo, não foram afetados pela aplicação dos resíduos orgânicos. Estes resíduos diminuíram o teor de alumínio trocável no solo e consequentemente, necessidade de calcário.

Outra observação foi feita por BRITTO et al (1971), que estudaram o efeito isolado do boro e do molibdênio em um Latossolo Vermelho-Escuro, onde não foi encontrada resposta a cultura do milho à aplicação desses micronutrientes. Por outro lado McClung et al (1961) citados por GALRÃO & MESQUITA FILHO (1981), encontraram aumento na produção do algodoeiro de 85% devido a aplicação de boro e de 8% a aplicação de molibdênio.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em duas fases, compreendidas de: 1) preparo da formulação *supermagro* e, 2) aplicação dos tratamentos.

3.1. Preparo do *Supermagro*

A formulação foi preparada no laboratório de Solos e Geologia da Escola Superior de Agricultura de Mossoró, desenvolvida através do método descrito pela CAE - Ipê². Adaptado às condições do trabalho.

3.1.1. Recipiente

Em um recipiente plástico de 200 L, adicionou-se 24 kg de esterco fresco de bovinos, completado com 96 L de água potável, deixando-se o recipiente aberto. No quadro 1A são apresentados os resultados analíticos e a classificação da água para fins de irrigação.

3.1.2. Colocação dos reagentes

² Centro de Agricultura Ecológica Ipê - Ipê/RS

Após a colocação da água e do esterco, a cada cinco dias foi colocado um dos seguintes reagentes.

- 1,6 kg de Sulfato de Zinco, dividido em duas vezes;
- 1,6 kg de cloreto de Cálcio
- 1,6 kg de Sal Amargo
- 240 g de Sulfato de Manganês
- 40 g de Sulfato de Cobalto
- 80 g de Molibdato de Sódio
- 240 g de Sulfato de Cobre
- 800 g de Ácido Bórico, dividido em duas vezes.

Cada vez que se colocou um dos reagentes acima, acrescentou-se as substâncias naturais:

- 800 ml de soro de leite;
- 400 g de açúcar mascavo;
- 80 ml de sangue bovino;
- 160 g de calcário de conchas;
- Restos moídos de fígado. Aproximadamente 100g.

No final da série, de cada quatro reagentes foi acrescentado 16 kg de esterco fresco de bovinos e 16 L de água potável.

No final da série, que teve uma duração de 50 dias, completou-se o volume do recipiente com água potável. Depois vedou-se o recipiente, para o processo de fermentação, durante 30 dias.

3.2. Caracterização do Material

3.2.1. O Solo

O solo coletado (à profundidade 0 - 20 cm) é do tipo Areia Quartzosa Hidromórfica (*Quartzipsaments*), desenvolvido de sedimentos do Grupo Barreiras, município de Serra do Mel, nas proximidades da Vila Santa Catarina. São apresentadas as características para avaliação da fertilidade do solo no material coletado no Quadro 1.

QUADRO 1 - Características da fertilidade do solo nos pedomateriais coletados, e empregados no experimento.

Características	Resultado analítico
pH (em água)	6,43
Ca (cmol/kg)	1,20
Mg (cmol/kg)	0,46
K (cmol/kg)	0,19
Na (cmol/kg)	0,40
P (cmol/kg)	8,70

3.2.2. Solução *Supermagro*

O fertilizante fluido, foi separado do resíduo sólido, filtrando-se através de tecido de algodão (saco), colocado em baldes abertos de 10 L. Em seguida foram retiradas alíquotas em 6 repetições, para análise de macro e micronutrientes após digestão total. As

amostras foram analisadas no laboratório de análises de solo e plantas da Empresa FRUNORTE, em Assu- RN. A composição química encontra-se sumariada no Quadro 2.

3.2.3. Resíduo Sólido

O resíduo sólido passou por um processo de evaporação no recipiente, depois foi colocado para secar ao ar, e homogeneizado. Foram retiradas subamostras, e trituradas em moinho tipo Willey, para análises de macro e micronutrientes totais. Os resultados das análises estão sumariadas no Quadro 2.

QUADRO 2 - Composição final do *supermagro*, após o estágio de fermentação durante 30 dias (média de 7 subamostras).

ELEMENTO		MATERIAL ANALISADO	
		SUSPENSÃO	RESÍDUO SÓLIDO
		(g/100cm ³)	(g/100g)
Macronutrientes	N	0,039	1,43
	P	0,006	0,42
	K	0,045	0,30
	Ca	0,235	6,27
	Mg	0,090	0,80
	S	0,040	0,84
		(mg/dm ³)	(mg/kg)
Micronutrientes	Na	972,50	6.700,0
	Fe	19,26	1.620,0
	Zn	901,52	14.097,0
	Cu	85,00	3.320,0
	Mn	281,65	2.873,0

3.3. Aplicação dos Tratamentos

3.3.1. Pedomateriais

As amostras foram trazidas ao laboratório de análises de água e fertilidade do solo da ESAM, secas ao ar, destorroadas e homogeneizadas. Após a homogeneização, foram tomadas subamostras de $1,5 \text{ dm}^3$ e acondicionadas em vasos de poliéster (*pet* usado para refrigerante), com capacidade para $2,0 \text{ dm}^3$.

3.3.2. Os Tratamentos

O experimento foi delineado em parcelas subdivididas (*Split Plot*), onde os tratamentos principais foram as doses do fertilizante fluido, e nas subparcelas foram os tratamentos, presença e ausência do fertilizante sólido, na proporção de $30 \text{ m}^3/\text{ha}$. A casualização foi feita considerando-se o controle local (blocos ao acaso), com três repetições. As combinações dos tratamentos das parcelas e subparcelas estão listados no Quadro 3.

Para o fertilizante fluido, tomou-se a dose correspondente, e diluiu-se para 1 dm^3 de água. As características do fertilizante após a diluição estão apresentadas no Quadro 4.

QUADRO 3 - Descrição dos tratamentos empregados nas parcelas e subparcelas

Vaso	Tratamento	RS (m ³ /h)	Fertirrigação (cm ³ /dm ³)	Bloco
1	1	0	0	1
2	1	0	0	2
3	1	0	0	3
4	2	30	0	1
5	2	30	0	2
6	2	30	0	3
7	3	0	50	1
8	3	0	50	2
9	3	0	50	3
10	4	30	50	1
11	4	30	50	2
12	4	30	50	3
13	5	0	100	1
14	5	0	100	2
15	5	0	100	3
16	6	30	100	1
17	6	30	100	2
18	6	30	100	3
19	7	0	150	1
20	7	0	150	2
21	7	0	150	3
22	8	30	150	1
23	8	30	150	2
24	8	30	150	3
25	9	0	200	1
26	9	0	200	2
27	9	0	200	3
28	10	30	200	1
29	10	30	200	2
30	10	30	200	3

QUADRO 4 - Características químicas e físicas da solução diluída do *supermagro*, aplicada nos vasos de 2,0 dm³.

Doses <i>Supermago</i>	Características								Soma	
	pH	CE	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	Na ⁺	K ⁺	Cátions	Ânions
----- (cm ³) -----		(μS/cm)	 (mmol/L).....							
50	7,4	1.450	7,5	5,7	12,0	6,7	5,6	0,8	19,6	18,7
100	7,3	2.200	10,5	13,2	17,0	8,5	6,4	1,2	31,3	25,5
150	7,1	2.830	13,5	15,2	21,0	10,7	7,6	1,6	37,9	31,7
200	7,0	3.420	18,5	19,0	26,5	12,2	8,4	2,0	47,9	31,7

O resíduo sólido foi tamizado em peneira com malha de 2mm incorporado como substrato nos vasos, homogeneizando-se ao solo. Após a aplicação, os vasos permaneceram incubados por um período de 10 dias, sendo umedecidos diariamente, controlando-se o teor de água em torno da capacidade de campo (água retida a 0,03 MPa), por processo gravimétrico.

Com o fim do período de incubação os vasos foram levados para a casa-de-vegetação, quando procedeu-se a semeadura para estudo de resposta biológica.

3.3.3. Condução do ensaio de casa-de-vegetação

Após a semeadura iniciou-se a aplicação da solução diluída do *supermagro*, na dose correspondente, colocando-se 40 cm³ da solução por vaso, durante uma semana.

Utilizou-se como planta teste, a alface (*Lactuca Sativa* L.) cultivar babá de verão. No terceiro dia após o plantio ocorreu a germinação e quinze dias após foi feito o desbaste, conduzindo-se o ensaio com apenas seis plantas por vaso.

Durante a condução do experimento a umidade foi mantida próxima a capacidade de campo, controlada diariamente por gravimetria, em função da taxa de evapotranspiração.

3.4. Parâmetros Avaliados

3.4.1. Resposta Biológica

Aos 35 dias após a semeadura, procedeu-se a coleta da parte aérea, das plantas, da qual obtiveram os dados de matéria verde e matéria seca. Obtida a matéria seca, o material foi triturado num almofariz e passado em peneira de 10mm, para ser feita a digestão pelo método descrito por MORAIS & RABELO (1986). No extrato obtido foram feitas determinações de cálcio, magnésio, sódio, potássio e fósforo no tecido vegetal.

3.4.2. Alterações na Fertilidade do Solo

Após a coleta do material vegetal os vasos foram seccionados em duas profundidades (0-10, 10-20 cm), e então, efetuados leituras de pH (em água 1:2,5), e dos teores de Ca, Mg, Al, P, K e Na, objetivando observar o efeito residual dos tratamentos na fertilidade atual do solo, no final do experimento. Nesse ensaio a análise de variância foi obtida como parcela sub-subdividida. Ou seja, o efeito dos tratamentos em função da profundidade foi isolada no erro (c) do quadro de ANAVA (2A).

3.4.3. Retenção da água no solo

Obtida pela depleção de umidade nas amostras submetidas a tensões equivalentes a -0,03 e -1,50 MPa, correspondendo, respectivamente, aos pontos teóricos de capacidade de campo e ponto de murcha permanente. As determinações foram feitas com orientação do Manual de Métodos de Análises de Solos da EMBRAPA (BRASIL, 1979).

3.5. Delineamento Experimental

O experimento foi conduzido como um fatorial incompleto, com parcelas subdivididas, com 10 tratamentos e 3 repetições. Ao todo o experimento foi constituído de 20 unidades experimentais, com 3 repetições (30 unidades experimentais). Cada unidade experimental se constituiu de *pet*, conforme descrito em 3.3.1.

3.6. Análise Estatística

Todas as análises estatísticas foram processadas eletronicamente, empregando-se o software SAEG, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa-MG.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Alterações na fertilidade do solo nos vasos

4.1.1. Reação do solo

No Quadro 5 evidencia-se que os tratamentos aplicados interferiram na reação do solo (avaliada pelo pH) apenas na superfície (0 - 10 cm), havendo com o aumento da dose do fertilizante fluido, uma tendência de acidificar o meio (abaixamento do pH), em relação ao tratamento testemunha, sem *supermagro* e sem aplicação do resíduo sólido. Embora o pH da solução diluída, para todas as diluições (Quadro 4 - secção 3.3.2) tenha permanecido próximo da neutralidade, há um incremento de íons HCO_3^- nas soluções diluídas, o que pode ter sido a causa indireta desse ligeiro abaixamento de pH, possibilitando a precipitação de íons alcalino e alcalino terrosos (Na, K, Ca, Mg) como bicarbonatos (Na_2HCO_3 , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{CO}_3)$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)$, etc) no solo. Ademais, quando se concentra a solução *supermagro* (à partir da proporção 100cm^3 do *supermagro* para 1 L de água) tem-se um incremento na diferença na soma de cátions, em relação à ânions. É provável que essa diferença seja dada em função do acúmulo de SO_4^- , que tem efeito acidificante no solo. É importante salientar que dentre os sais empregados para obtenção do *supermagro* tem-se: Sulfatos de Cobre, Zinco, Cálcio, Manganês, além de materiais orgânicos como sangue de

QUADRO 5 - Variação do pH em substratos de amostras de Areia Quartzosa hidromórfica (*quartzipsaments*) submetidas à aplicação de fertilizante fluido *supermagro* e associado com resíduo sólido obtido durante o processamento do fertilizante.

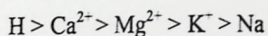
Tratamentos		Profundidade do Vaso (cm)	
<i>Supermagro</i>	Resíduo Sólido	0 - 10	10 - 20
cm ³ / dm ³	m ³ /ha	(1: 2,5)	
0	0	6,43	6,13
0	30	6,63	5,93
Média		6,53	5,72
50	0	6,30	5,63
50	30	6,13	5,57
Média		6,21	5,60
100	0	6,17	5,73
100	30	6,17	5,63
Média		6,17	5,68
150	0	6,00	5,77
150	30	6,20	5,83
Média		6,10	5,80
200	0	5,53	5,37
200	30	6,07	5,50
Média		5,80	5,75
DMS: (Tratamento) = 0,24		(Resíduo) = 0,24	(Profundidade) = 0,24

bovino e restos de fígado que também contribuem para tal efeito acidificante pela liberação de íons sulfatos e nitratos.

Ainda no Quadro 5 observa-se o efeito do resíduo sólido como condicionador do complexo de troca do solo, visto que nos tratamentos que receberam este resíduo orgânico o pH permaneceu inalterado na superfície do solo. Essa hipótese é corroborada pelo efeito nos tratamentos com dosagens extremas do fertilizante fluido (0 e 200). No tratamento testemunha observa-se que o pH aumentou no fundo dos vasos (0 - 20cm), e no tratamento 200 cm^3/dm^3 tem-se o incremento do pH significativo pelo teste Tukey 0,05 em ambas as profundidades, quando se usa o resíduo sólido.

4.1.2. Cátions trocáveis

Dos cátions trocáveis apresentados nos Quadros 6, 7, 8 e 9, observa-se que o comportamento do cálcio é o único que diverge dos demais em termos de variação com a profundidade. Ou seja, enquanto há evidências de translocação de Mg, Na e K da superfície para o fundo dos vasos, todos os valores de cálcio trocável na superfície do solo (0 - 10cm) são superiores aos observados na profundidade 10 - 20cm. Esse fato se dá em função da afinidade desse cátion com a fase sólida do solo (série liotrópica) que segundo YAGODIN (1984), ocorre na seguinte ordem:



O cálcio, segundo o citado autor, tem uma energia de adsorção à fase sólida, cerca de 17 vezes maior do que a do sódio. O hidrogênio por sua vez, tem uma energia de adsorção 4 vezes maior do que a do cálcio, daí se explica por que, mesmo com o incremento nas quantidades de cálcio trocável (no fertilizante fluido), houve redução do pH,

QUADRO 6 - Teor de cálcio trocável em substratos de amostras de Areia Quartzosa hidromórfica (*quartzipsaments*) submetidas à aplicação de fertilizante fluido *supermagro* e associado com resíduo sólido obtido durante o processamento do fertilizante.

Tratamentos		Profundidade do Vaso (cm)	
<i>Supermagro</i>	Resíduo Sólido	0 - 10	10 - 20
cm ³ / dm ³	m ³ /ha	(cmol μ /kg)	
0	0	1,20	0,73
0	30	1,83	1,53
Média		1,52	1,13
50	0	1,27	0,90
50	30	1,76	1,63
Média		1,52	1,27
100	0	1,20	0,90
100	30	1,83	1,53
Média		1,52	1,22
150	0	1,13	1,10
150	30	1,53	1,90
Média		1,33	1,50
200	0	1,00	1,00
200	30	1,40	1,77
Média		1,20	1,39
DMS: (Tratamento) = 0,25		(Resíduo) = 0,25	(Profundidade) = 0,25

QUADRO 7 - Teor de magnésio trocável em substratos de amostras de Areia Quartzosa hidromórfica (*quartzipsaments*) submetidas à aplicação de fertilizante fluido *supermagro* e associado com resíduo sólido obtido durante o processamento do fertilizante.

Tratamentos		Profundidade do Vaso (cm)	
<i>Supermagro</i>	Resíduo Sólido	0 - 10	10 - 20
cm ³ / dm ³	m ³ /ha	(cmol √/kg)	
0	0	0,47	1,76
0	30	0,30	0,93
Média		0,39	1,35
50	0	0,60	0,53
50	30	0,43	0,97
Média		0,52	0,75
100	0	0,63	0,53
100	30	0,70	0,97
Média		0,67	0,65
150	0	0,86	0,47
150	30	0,83	0,60
Média		0,85	0,54
200	0	1,10	0,43
200	30	2,70	0,53
Média		1,90	0,48
DMS: (Tratamento) = 0,55		(Resíduo) = 0,55	(Profundidade) = 0,55

QUADRO 8 - Teor de sódio trocável em substratos de amostras de Areia Quartzosa hidromórfica (*quartzipsaments*) submetidas à aplicação de fertilizante fluido *supermagro* e associado com resíduo sólido obtido durante o processamento do fertilizante.

Tratamentos		Profundidade do Vaso (cm)	
<i>Supermagro</i>	Resíduo Sólido	0 - 10	10 - 20
cm ³ / dm ³	m ³ /ha	(mg/kg)	
0	0	0,40	0,09
0	30	0,41	0,17
Média		0,41	0,13
50	0	0,43	0,13
50	30	0,44	0,19
Média		0,44	0,16
100	0	0,38	0,17
100	30	0,44	0,19
Média		0,41	0,18
150	0	0,34	0,17
150	30	0,48	0,25
Média		0,41	0,21
200	0	0,47	0,19
200	30	0,39	0,26
Média		0,43	0,23
DMS: (Tratamento) = 0,07		(Resíduo) = 0,07	(Profundidade) = 0,07

QUADRO 9 - Teor de potássio trocável em substratos de amostras de Areia Quartzosa hidromórfica (*quartzipsaments*) submetidas à aplicação de fertilizante fluido *supermagro* e associado com resíduo sólido obtido durante o processamento do fertilizante.

Tratamentos		Profundidade do Vaso (cm)	
<i>Supermagro</i>	Resíduo Sólido	0 - 10	10 - 20
cm ³ / dm ³	m ³ /ha	(mg/kg)	
0	0	0,19	0,16
0	30	0,19	0,17
Média		0,19	0,17
50	0	0,19	0,16
50	30	0,16	0,18
Média		0,18	0,12
100	0	0,13	0,19
100	30	0,13	0,17
Média		0,13	0,18
150	0	0,13	0,16
150	30	0,15	0,20
Média		0,14	0,18
200	0	0,14	0,17
200	30	0,14	0,19
Média		0,14	0,18
DMS: (Tratamento) = 0,03		(Resíduo) = 0,03	(Profundidade) = 0,03

com o aumento das doses do *supermagro* e não se verificou aumento no teor de Ca trocável no solo. O efeito da aplicação do resíduo sólido aumentando o Ca em todos os tratamentos, reforça essa hipótese, em decorrência do mesmo funcionar como um condicionador de solo, tanto diretamente (pela sua decomposição) quanto por possibilitar incremento de cargas negativas ao solo (CTC), aumentando o poder tampão do solo nos vasos.

Os valores de Magnésio não apresentaram diferença significativa entre as profundidades, ou seja, pode-se observar que houve deslocamento desse elemento da superfície para o fundo do vaso (QUADRO 7). MALAVOLTA (1976), diz que o magnésio é retido com menor energia que o cálcio da solução do solo e por isso, um teor relativamente menor é suficiente para fornecer o elemento para a planta. O mesmo autor afirma que em pH próximo de 5,0 a possibilidade de ocorrência de deficiência de magnésio é mínima.

O potássio foi afetado pelas doses de *supermagro*, pela profundidade e pela interação *supermagro* x profundidade (QUADRO 8). Houve uma redução nos teores de potássio, principalmente na profundidade de 0 - 10 cm em relação ao fundo do vaso (0 - 20cm). Segundo MELO et al (1984), o aumento dos teores de cálcio, magnésio e até de alumínio reduz a absorção do potássio. O cálcio e o magnésio são os dois íons mais importantes no processo de troca de absorção do potássio, (Beckett, 1971 citado por MALAVOLTA, 1976).

BRADY (1989), afirma que as aplicações de cálcio resultam num aumento do poder de fixação do potássio no solo. Daí se entende que além de estar colocado via fertirrigação, ainda existiu a possibilidade de estar sendo fixado pelo cálcio e magnésio.

4.1.3. Fósforo assimilável

Os teores de fósforo assimilável (extraído pelo extrator Mehlich - 1) no Quadro 10 evidenciam que houve incremento de P em todos os sentidos de resposta esperadas: *supermagro*, resíduo sólido e profundidade do vaso.

É provável, no entanto, que esses valores registrados para o P assimilável estejam super estimados em termos de assimilabilidade, dadas as propriedades do extrator empregado em relação à aplicação de fontes solúveis de fósforo, e possibilidade de ocorrência de fósforo ligado a cálcio (P - Ca) nos substratos analisados. Esse fato pode ser constatado baseando-se no valor do coeficiente de correlação de Pearson ($r = 0,61^*$) para os teores de P no solo e teor na planta.

Lins et al (1984) citado por SOUZA NETO (1994) verificaram uma maior sensibilidade desse extrator frente aos maiores teores de argila no solo e a maior capacidade tampão, o que corrobora com os resultados obtidos, partindo do pressuposto que o solo estudado possui baixo poder de tamponamento.

Os maiores teores de P são registrados na profundidade 0 - 10 cm (QUADRO 10), evidenciando que não deve haver consideráveis perdas por lixiviação. MALAVOLTA (1980), afirma que as perdas P no solo por lixiviação são muito pequenas em relação a outros nutrientes, como por exemplo o nitrogênio. Afirma o autor que o principal problema das adubações fosfatadas é a fixação desse elemento pelo solo que faz com que o P migre pouco no solo, por difusão, até encontrar as raízes das plantas.

* Significativo pelo teste t de Student a probabilidade 0,05.

QUADRO 10 - Teor defósforo trocável em substratos de amostras de Areia Quartzosa hidromórfica (*quartzipsaments*) submetidas à aplicação de fertilizante fluido *supermagro* e associado com resíduo sólido obtido durante o processamento do fertilizante.

Tratamentos		Profundidade do Vaso (cm)	
<i>Supermagro</i>	Resíduo Sólido	0 - 10	10 - 20
cm ³ / dm ³	m ³ /ha	(mg /kg)	
0	0	8,70	9,70
0	30	14,37	21,00
Média		11,54	15,35
50	0	13,63	9,76
50	30	16,03	24,10
Média		14,83	16,93
100	0	14,87	12,50
100	30	18,37	14,97
Média		16,62	13,74
150	0	15,43	9,70
150	30	19,80	17,80
Média		17,62	13,75
200	0	10,90	9,30
200	30	21,17	18,60
Média		16,04	13,95
DMS: (Tratamento) = 4,80		(Resíduo) = 4,79	(Profundidade) = 4,79

4.2. Resposta Biológica

4.2.1. Matéria verde e matéria seca

As maiores produções de matéria verde e matéria seca verificadas nas Figuras 1 e 2 respectivamente, foram obtidas com a combinação de 30 m³/ha do resíduo sólido e as doses 50 e 100 cm³ respectivamente do fertilizante fluido. Essas evidências enfatizam a importância da incorporação do resíduo sólido ao solo, quando se praticar a quimigação, desse fato permite-se inferir o efeito da interação entre os fatores físicos, químicos e biológicos que servem para definir a fertilidade de um solo. Deve-se ainda verificar que as doses mais elevadas (a partir de 150 ml do *supermagro*) houve efeito depressivo na produção, evidenciando uma resposta de tendência quadrática, com ponto de máximo. Esse efeito se deve, em decorrência do incremento da condutividade elétrica do *supermagro* nas condições experimentais (QUADRO 4). Os coeficientes de regressões lineares mostram o efeito direto do fertilizante fluido e do resíduo sólido na produção de matéria verde e seca da alface.

Matéria Verde:

Sem resíduo sólido:

$$y = 0,356 + 0,0088^{**} X - 0,00005^{*} X^2$$

$$r^2 = 0,9802$$

Com resíduo sólido:

$$y = 0,0751 + 0,0135^{**} X - 0,00008^{**} X^2$$

$$r^2 = 0,8704$$

Matéria Seca:

Sem resíduo sólido:

$$y = 0,047 + 0,0011^{**} X - 0,000006^{**} X^2$$

$$r^2 = 0,9796$$

Com resíduo sólido:

$$y = 0,076 + 0,0019^{**} X - 0,00001^{**} X^2$$

$$r^2 = 0,9243$$

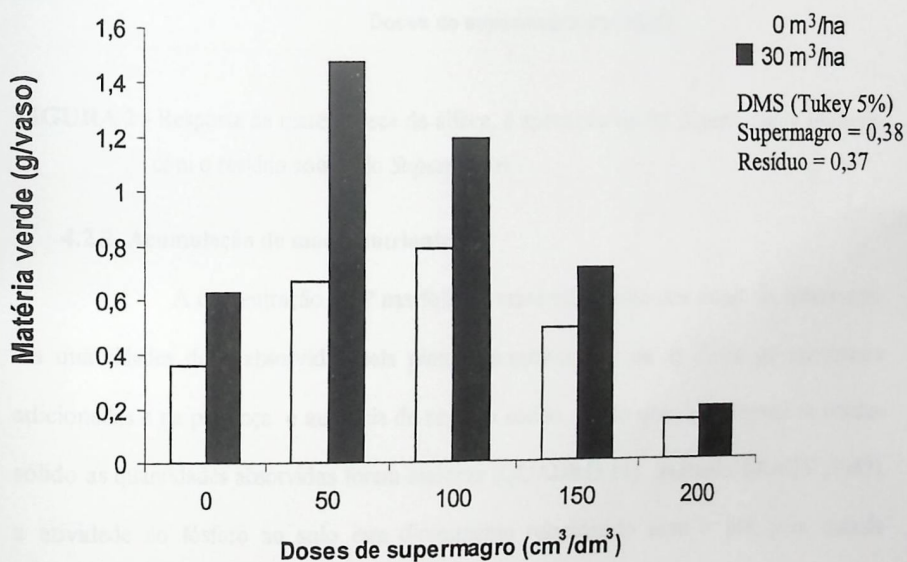


FIGURA 1 - Resposta da matéria verde da alfaca, à aplicação do fertilizante fluido associado com o resíduo sólido do *Supermagro*.

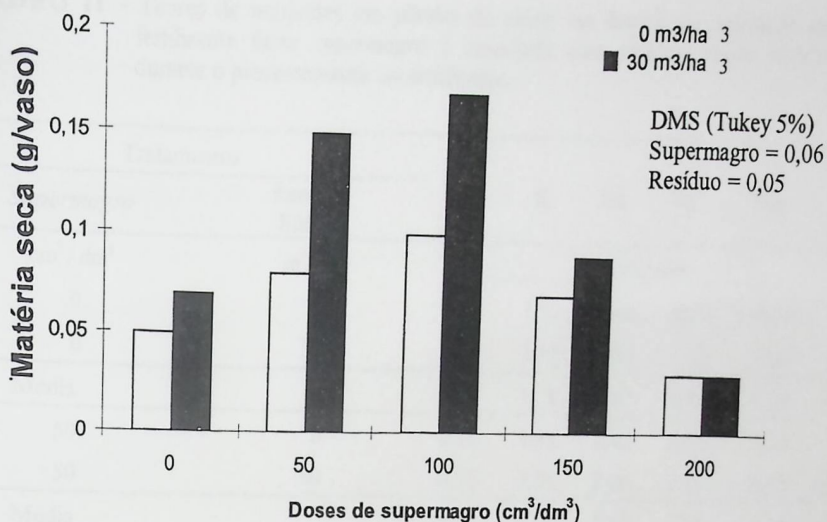


FIGURA 2 - Resposta da matéria seca da alfáce, à aplicação do fertilizante fluido associado com o resíduo sólido do *Supermagro*.

4.2.2. Acumulação de macronutrientes

A concentração de P nas folhas variou em função das doses de supermagro. As quantidades de P absorvidas pela planta, aumentaram com as doses de supermagro adicionadas e na presença e ausência de resíduo sólido, sendo que, na presença de resíduo sólido as quantidades absorvidas foram maiores (QUADRO 11). Segundo BRADY (1989), a atividade do fósforo no solo esta diretamente relacionado com o pH, pois, quando aumenta-se a acidez do solo, há incremento nas atividades de ferro, do alumínio e do magnésio. Sob tais condições, os fosfatos solúveis permanecem acentuadamente "fixados" como compostos insolúveis e complexos destes elementos. Por outro lado, elevação excessiva do pH (superior a 6,5) leva os fosfatos do solo a formas iônicas não assimiláveis (HPO_4^- , por exemplo) ou complexados pelo cálcio como fosfatos mono e bicálcicos.

QUADRO 11 - Teores de nutrientes em plantas de alface em função da aplicação de fertilizante fuido *supermagro* e associado com resíduo sólido obtido durante o processamento do fertilizante.

Tratamentos		P	K	Na	Ca	Mg
<i>Supermagro</i>	Resíduo Sólido					
cm ³ / dm ³	m ³ /ha	(g/100g MS)				
0	0	0,06	1,07	2,36	0,75	0,10
0	30	0,05	1,48	2,67	1,00	0,20
Média		0,06	1,28	2,52	0,88	0,25
50	0	0,11	1,86	2,49	1,08	0,15
50	30	0,15	2,56	2,08	1,17	0,15
Média		0,13	2,21	2,29	1,13	0,15
100	0	0,12	2,13	2,65	1,00	0,25
100	30	0,14	2,61	2,17	1,17	0,15
Média		0,13	2,37	2,41	1,09	0,20
150	0	0,15	1,27	1,52	1,00	0,15
150	30	0,21	1,56	1,35	0,92	0,15
Média		0,18	1,42	1,44	0,96	0,15
200	0	0,05	0,38	0,38	0,42	0,05
200	30	0,12	1,12	0,74	0,67	0,10
Média		0,09	0,75	0,56	0,55	0,15
DMS: (Tratamento)		0,14	1,27	1,55	0,89	0,13
(Resíduo)		0,13	1,22	1,48	0,85	0,12

Apenas o potássio apresentou diferença significativa para os níveis do *supermagro* empregados. Os resultados de concentrações foliares foram coerentes com os dados de solo, pois nos níveis de dosagem de 50 e 100ml, as plantas apresentaram maiores concentrações de potássio (QUADRO 09).

As quantidades de magnésio acumuladas foram inferiores às de potássio e as de cálcio. Segundo MALAVOLTA (1980), existe "antagonismo" entre magnésio e cálcio de um lado e magnésio e potássio de outro, o aumento na concentração de um elemento implica na diminuição da absorção do outro.

5. CONCLUSÕES

a) A aplicação de fertilizante *supermagro* via quimigação contribuiu para o aumento nos teores de Ca, Mg K e P no solo.

b) As maiores produções de matéria verde e matéria seca de alfaca, foram obtidas com a combinação de 30 m³/ha do resíduo sólido e as doses 50 e 100 cm³ respectivamente do fertilizante fluido.

c) Os maiores teores de potássio no tecido vegetal situaram-se na combinação de 30m³/ha de resíduo sólido e as doses 50 e 100 cm³, respectivamente.

6. RESUMO

O experimento foi conduzido na Escola Superior de Agricultura de Mossoró - RN, objetivando testar o efeito da quimigação com produto organomineral, conhecido como *Supermagro*, no melhoramento da fertilidade do solo, variando o espectro de dosagens e o efeito do resíduo sólido do *Supermagro*, como condicionador físico e químico do solo. O trabalho foi realizado em duas fases: o preparo da formulação *Supermagro* e aplicação dos tratamentos. O delineamento usado foi um fatorial incompleto com parcelas subdivididas, com 10 tratamentos e 03 repetições. A aplicação do fertilizante *Supermagro* contribuiu para o aumento nos teores de cálcio, magnésio, potássio e fósforo. O rendimento máximo da alface foi obtido no tratamento que recebeu dose equivalente a 100cm^3 do *Supermagro* associado com $30\text{m}^3/\text{ha}$ do resíduo sólido. Nessa combinação foi também registrado o maior teor de potássio no tecido vegetal.

7. LITERATURA CITADA

- BONILLA, J.A. **Fundamentos da agricultura ecológica**. Ed. Nobel, São Paulo, 1992. 260p.
- BRADY, J.M. **Natureza e Propriedade dos solos**. 7ª ed., Rio de Janeiro, Freitas Barros, 1989 898p.
- BRAGA, J.M. & YAMADA, T. **Uso eficiente de fertilizantes potássicos**. In: Simpósio sobre fertilizantes na agricultura brasileira. Brasília, EMBRAPA - DEP, 1984. Anais, 642p.
- BRASIL. **Manual de métodos de análise de solo**. EMBRAPA, S/ NLCS. Rio de Janeiro, 1979.
- BRITTO, D.P.P. de S. et al. Estudos das reações a micronutrientes em latossolo vermelho-escuro sob vegetação de cerrado. **Pesq. Agrop. Brasileira**, v. 6, 1971, p.17-22.
- CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: A teoria da trofobiose**/ Maria J. Guazzelli, Porto Alegre: L & PM, 1987.
- EHLERS, E. M. **O que se entende por agricultura sustentável?**. São Paulo, 1994. 161p. (Tese de Mestrado).
- ERNANI, P. R. & GIANELLO, C. Efeito imediato e residual de materiais orgânicos, adubo mineral e calcário no rendimento vegetal. **Rev. Bras. Ciência do Solo**. v. 6, n. 2, Campinas, 1982. p. 119-124.

GALRÃO, E. Z. & MESQUITA FILHO, M. V. de. Efeito de micronutrientes na produção e composição química do arroz (*Oryza sativa* L.) e do milho (*Zea mays* L.) em solo de cerrado. **Rev. Bras. de ciência do solo**. Campinas, v.5, n.1, 1981, p. 0-78.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba, Ceres Ltda, 1985.

_____. **Fertilizantes organominerais**. Edição do autor. Piracicaba, 1993. 183p.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: Nutrição de plantas e fertilidade do solo**. São Paulo, Ed. Agronômica, 1976, 529p.

_____. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1980, 251p.

_____. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3a ed. São Paulo, Ed. Ceres, 1981, 596p.

MAZUR, N.; SANTOS, G.A.; VELLOSO, A.C.X. Efeito do composto de resíduo urbano na disponibilidade de fósforo em solo ácido. **Rev. Bras. de ciência do solo**. Campinas, v.7, 1983. P. 153-156.

MELLO, F. A. F de, et al. **Fertilidade do solo**. São Paulo, Nobel, 1984.

MORAIS, J. F. V. & RABELO, N.A. **Um método simples para digestão de amostras de plantas**. Brasília. EMBRAPA/DDT, 1986.

PEIXOTO, R. T. dos G.; FRANCO, A. A.; ALMEIDA, D. L. de. Efeito do lixo urbano compostado com fosfato natural na nodulação, crescimento e absorção de fósforo em feijoeiro. **Pesq. Agro. Brasileira**. Brasília, v. 22, n. 11/12, 1987. p.1117-1132.

PRIMAVESI, A. **Manejo Ecológico do Solo: a agricultura em regiões tropicais**, São Paulo: Nobel, 1988.

RAIJ, V. B. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo, Ceres, Potafos, 1991, 343p.

SILVA Jr, A. A. Adubação mineral e orgânica em repolho II, concentrações de nutrientes na folha e precocidade. **Horticultura brasileira**. V.5 n.1. Brasília, 1987.

SILVA Jr, A.A. & VIZZOTTO, V. T. Efeito da adubação mineral e orgânica sobre a produtividade e tamanho de tomate. **Horticultura brasileira**. v.8. n.1. Brasília, 1990. 74p.

SOUZA NETO, H. E. Alterações na fertilidade e fósforo extraído de um solo distrófico sob agricultura de alto nível de insumos, Mossoró: ESAM, 1994. (Monografia).

YAGODIN, B.A. **Agricultural Chemistry**. Moscou, Mir Publáslers, 1984. 375p.

APÊNDICE

QUADRO 1A - Características da água coletada, empregada no experimento.

Características	Resultado analítico
pH (em água)	8,4
Ca (mmol/dm ³)	0,8
Mg (mmol/dm ³)	0,7
K (mmol/dm ³)	0,2
Na (mmol/dm ³)	3,9
Cl (mmol/dm ³)	2,2
HCO ₃ (mmol/dm ³)	2,9
CE (μS/cm)	610,0
SD (mg/dm ³)	390,4
RAS	4,6

QUADRO 2A - Síntese da Análise de variância para as características estudadas para avaliar as alterações na fertilidade do solo nos vasos.

F.V	G.L	Quadrados Médios					
		pH	Ca	Mg	Na	K	P
Bloco	2	0,01616 ^{n.s}	0,00516 ^{n.s}	0,03016 ^{n.s}	0,00003 ^{n.s}	0,000004 ^{n.s}	4,03550 ^{n.s}
Supermagro (SMAGRO)	4	0,18816 ^{**}	0,03041 ^{n.s}	0,61225 ^{**}	0,00557 [*]	0,00125 ^{**}	5,99141 ^{n.s}
Erro (a)	8	0,031116 ^{n.s}	0,03704 ^{n.s}	0,02225 ^{n.s}	0,00038 ^{n.s}	0,00020 ^{n.s}	10,18467 ^{n.s}
CV (%)	-	2,97	14,17	18,23	6,50	8,60	21,23
Resíduo (RS)	1	0,52266 ^{**}	5,95350 ^{**}	0,36816 ^{n.s}	0,03082 ^{**}	0,00048 ^{n.s}	771,1335 ^{**}
RS x SMAGRO	4	0,28683 ^{**}	0,00803 ^{n.s}	0,69971 ^{**}	0,00472 [*]	0,00084 [*]	15,57308 ^{n.s}
Erro (b)	2	0,17216 ^{**}	0,00449 ^{n.s}	0,02616 ^{n.s}	0,00071 ^{n.s}	0,00010 ^{n.s}	5,66150 ^{n.s}
CV (%)		7,00	4,93	19,76	8,88	6,08	15,82
Profundidade (P)	1	3,08266 ^{**}	0,20416 ^{**}	0,12150 ^{n.s}	0,84490 ^{**}	0,00580 ^{**}	63,03750 ^{**}
RS x P	1	0,28683 ^{**}	0,20416 ^{**}	0,16016 ^{n.s}	0,00485 ^{n.s}	0,00073 ^{n.s}	7,42016 ^{n.s}
SMAGRO x P	4	0,25933 ^{**}	0,21958 ^{**}	2,29691 ^{**}	0,00360 ^{n.s}	0,00312 ^{**}	47,2058 ^{**}
Erro (C)	32	0,02043	0,02300	0,10796	0,00160	0,00032	8,24805
CV (%)		2,41	11,16	40,15	13,33	10,90	19,09

* - Significativo a 5% pelo teste de Tukey

** - Significativo a 1% pelo teste de Tukey

n.s - Não significativo

QUADRO 3A - Síntese da Análise de variância para o conteúdo de macronutrientes na matéria seca da alfafa.

F.V	G.L	Quadrados Médios				
		P	K	Na	Ca	Mg
Bloco	2	0,0027 ^{n.s}	0,1478 ^{n.s}	0,2993 ^{n.s}	0,0645 ^{n.s}	0,0030 ^{n.s}
Supermagro (SMAGRO)	4	0,0129 ^{n.s}	2,7502 ^{**}	4,1494 ^{**}	0,3229 ^{n.s}	0,0120 ^{n.s}
Erro (a)	8	0,0022 ^{n.s}	0,2891 ^{n.s}	0,6330 ^{n.s}	0,05416 ^{n.s}	0,0030 ^{n.s}
CV (%)	-	40,7	33,4	43,21	25,4	37,7
Resíduo (RS)	1	0,0090 ^{n.s}	2,0593 ^{n.s}	0,0512 ^{n.s}	0,1333 ^{n.s}	0,0007 ^{n.s}
RS x SMAGRO	4	0,0017 ^{n.s}	0,0562 ^{n.s}	0,2311 ^{n.s}	0,0291 ^{n.s}	0,0082 ^{n.s}
Erro (b)	10	0,0055	0,4502	0,6697 ^{n.s}	0,2187 ^{n.s}	0,0045 ^{n.s}
CV (%)		64,3	41,7	44,5	51,0	46,3

** - Significativo a 1% pelo teste de Tukey

n.s - Não significativo

QUADRO 4A - Produção de matéria verde e matéria seca das plantas de alface em casa-de-vegetação, submetidas à aplicação de fertilizante fuido *supermagro* e associado com residuo sólido obtido durante o processamento do fertilizante.

Tratamentos		Matéria verde	Matéria seca
<i>Supermagro</i>	Resíduo Sólido		
cm ³ / dm ³	m ³ /ha	(g/vaso)	
0	0	0,36	0,05
0	30	0,63	0,07
Média		0,50	0,06
50	0	0,67	0,08
50	30	1,48	0,15
Média		1,08	0,12
100	0	0,79	0,10
100	30	1,20	0,17
Média		0,10	0,14
150	0	0,50	0,07
150	30	0,72	0,09
Média		0,61	0,08
200	0	0,15	0,03
200	30	0,20	0,03
Média		0,18	0,03
DMS: (Tratamento)		0,38	0,06
(Resíduo)		0,37	0,05

UFERSA S/GAA - BIBLIOTECAS



SIGAA

2010075808