

632

PL

AFONSO DUARTE VIEIRA

**USO DA MATRIZ EXPERIMENTAL PLAN PUEBLA III EM
EXPERIMENTO DE ADUBAÇÃO MINERAL E ORGÂNICA EM
CONDIÇÕES DE CASA-DE-VEGETAÇÃO**

ORIENTADOR: PROF. DR. MAURÍCIO DE OLIVEIRA

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

MOSSORÓ
RIO GRANDE DO NORTE - BRASIL
DEZEMBRO DE 1994

AFONSO DUARTE VIEIRA

**USO DA MATRIZ EXPERIMENTAL PLAN PUEBLA III EM
EXPERIMENTO DE ADUBAÇÃO MINERAL E ORGÂNICA EM
CONDIÇÕES DE CASA-DE-VEGETAÇÃO**

ORIENTADOR: PROF. DR. MAURÍCIO DE OLIVEIRA

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

MOSSORÓ
RIO GRANDE DO NORTE - BRASIL
DEZEMBRO DE 1994

M.
631.8
V.657m

BIBLIOTECA ORLANDO TEIXEIRA	
Escola Sup. de Agricultura de	
Mossoró	RN
34.772	2112/98

N.º 19076

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

V. 657u Vieira, Afonso Duarte.

Uso da matriz experimental Plan Puebla III em experimento de adubação mineral e orgânica em condições de casa-de-vegetação/Afonso Duarte Vieira. _ _ Mossoró - RN: ESAM, 1994.

27 p. Monografia (graduação em Agronomia), ESAM, 1994.

1. Adubação - Plan Puebla III;
2. Adubação orgânica e mineral;
3. Adubação orgânica e mineral - casa-de-vegetação.

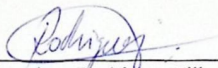
CDD 631.8

AFONSO DUARTE VIEIRA

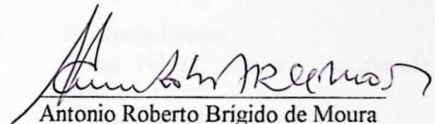
**USO DA MATRIZ EXPERIMENTAL PLAN PUEBLA III EM
EXPERIMENTO DE ADUBAÇÃO MINERAL E ORGÂNICA EM
CONDIÇÕES DE CASA-DE-VEGETAÇÃO**

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

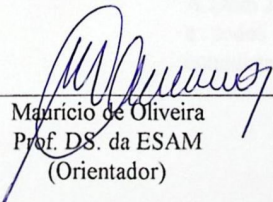
APROVADA EM ____/____/____



Francisco Rodrigues Filho
Prof. DS. da ESAM



Antonio Roberto Brigido de Moura
Prof. MS. da ESAM



Mauricio de Oliveira
Prof. DS. da ESAM
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Maurício de Oliveira pela orientação, concepção e apoio durante a elaboração do trabalho;

Aos professores que fizeram parte da banca examinadora desta monografia, pelas críticas e sugestões apresentadas;

À toda equipe dos Laboratórios de Análises de Águas e Fertilidade do Solo da ESAM, pela condução das análises durante a pesquisa;

Aos colegas Rodrigues e Edini, pelo acompanhamento da pesquisa na casa de vegetação da ESAM;

À Dom José Patrício Hanerehan, pelo incentivo à conquista de um espaço na Universidade.

DADOS BIOGRÁFICOS DO AUTOR

AFONSO DUARTE VIEIRA, filho de Sebastião Duarte Nogueira e Maria do Rosário Vieira, natural do Estado do Pará. Iniciou seus estudos na cidade de Conceição do Araguaia - PA, na Escola de 1º e 2º graus Ministro Jarbas Gonçalves Passarinho "Fundação Bradesco". Concluiu o curso Técnico em Agropecuária, na Escola Agrotécnica federal de Urutai-GO. Ingressou no Curso de Agronomia na Escola Superior de Agricultura de Mossoró - ESAM em janeiro de 1990.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	5
2.1. O Solo.....	5
2.2. A matriz experimental.....	5
2.3. Características avaliadas.....	7
2.3.1. Alterações na fertilidade do solo.....	7
2.3.2. Resposta biológica.....	7
2.4. Processamento dos dados.....	7
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	8
3.1. Alterações na fertilidade do solo.....	8
3.2. Resposta biológica.....	18
4. CONCLUSÕES.....	21
5. RESUMO.....	22
6. LITERATURA CITADA.....	23
APÊNDICE.....	26

EXTRATO

VIEIRA, Afonso Duarte. **Uso da matriz experimental Plan Puebla III em experimento de adubação mineral e orgânica em condições de casa-de-vegetação.** Mossoró-RN, ESAM, dezembro de 1994. Professor Orientador: Prof. Maurício de Oliveira. Banca Examinadora: Professor Antonio Roberto Brígido de Moura e Engº Agrº Francisco Rodrigues Filho.

O trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito da adubação mineral associada à adubação orgânica. Empregou-se sulfato de amônio e superfosfato simples como fontes de N e P e esterco de bovinos, como adubo orgânico. Para testar os tratamentos foi empregada as diferentes combinações da matriz experimental Plan Puebla III. Alterações nas características indicadoras da fertilidade do solo (pH, Ca, Mg, K, Na e P) foram observadas e a resposta biológica aos tratamentos foi obtida com a cultivar **Gold Mine** de melão *Cucumis melo*. O tratamento considerado como básico para obtenção dos demais tratamentos do fatorial e projeções matriz Plan Puebla III foram: N 150 kg/ha; P 100 kg/ha, e esterco 15,0 Mg/ha. As características estudadas foram sensíveis às variações nas dosagens empregadas, sendo a área foliar a característica que apresentou melhor sensibilidade. Produção de matéria verde e matéria seca também se apresentaram como bons parâmetros. Usando-se a área foliar como parâmetro de avaliação em condições de casa de vegetação se pode concluir que a combinação N 90 kg/ha; P 60 kg/ha e esterco 9,0 Mg/ha foi o tratamento que apresentou melhor resposta biológica.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura com alto nível de insumos, como definida por organismos internacionais, caracteriza-se pela elevada taxa de inversão de capital por área cultivada. Esse modelo de agricultura capital/intensiva, vem substituindo a agricultura trabalho/intensiva, ou até mesmo a tradicional agricultura de subsistência sem o uso da adubação química, característica do semi-árido nordestino. Nesse modelo de agricultura tecnológica, advinda da chamada *Revolução Verde*, se percebem inúmeras alterações no meio ambiente, em alguns casos, se chega ao extremo de se induzir a salinização dos solos, e, dependendo das condições edafoclimáticas, prejuízos ao meio ambiente, quando os citados insumos não são empregados de forma adequada.

Os desvios ecológicos das condições agrícolas dos solos no semi-árido nordestino, se refletem mais acentuadamente, em desvios da fertilidade e da disponibilidade de água para as plantas cultivadas. Uma das práticas de redução dessas limitações ecológicas, é o emprego de adubação mineral associada à adubação orgânica. Há registros de variáveis doses de fósforo, nitrogênio, esterco bovino aplicada aos solos desses agroecossistemas do semi-árido do nordeste. O suprimento de nutrientes é feito de diversos modos, desde as adubações recomendadas em função da análise de solo, feito com adubação mineral às modernas técnicas de adubação foliar e fertirrigação (fertilização associada à água de irrigação). Existem, contudo, poucos estudos relacionados as doses ótimas de nutrientes a serem aplicadas quando se faz a conjugação de adubação mineral e orgânica aos solos em sistemas de agricultura de alto nível de insumos no semi-árido do Nordeste brasileiro.

A região de Mossoró, lidera o semi-árido nordestino em termos de produção de melão, empregando agricultura de alto nível de insumos. Na região é comum o uso da adubação organo-mineral supra mencionada, havendo ainda carência de informações sobre a racionalidade dessa prática, posto que em algumas áreas do Nordeste há registros de problemas decorrentes de taxas excessivamente elevadas de adubos tanto minerais quanto orgânicos (PEREIRA & SIQUEIRA, 1978). E, dependendo da qualidade da água empregada, associada ao emprego da adubação, podem surgir problemas de salinidade induzida, mesmo em solos com textura arenosa (DANTAS, 1993; OLIVEIRA et al., 1994; SANTOS et al., 1994).

Desse modo, para que se possa ter uma produtividade elevada e permanente, há necessidade de se obter conhecimentos mais detalhados das relações solo-água-plantas a nível de agrossistemas que se pretende produzir. Dentre esses fatores, o estudo da fertilidade dos solos, sua condição atual, necessidades nutricionais das culturas, efeito residual de adubações, etc., são fundamentais para se obter um bom desempenho das plantas (LOPES, 1989). No caso específico da cultura do meloeiro na região de Mossoró, melhores rendimentos e oferta do produto são obtidos quando tais cuidados especiais são levados em conta (PEDROSA, 1992).

O nitrogênio é um dos nutrientes responsáveis pela estimulação do crescimento vegetativo das plantas (COELHO & VALÊNCIA, 1973), estando o seu nível assimilável diretamente relacionado com os teores de matéria orgânica do solo e a atividade dos microorganismos na pedosfera. Muitas pesquisas têm sido desenvolvidas com o nitrogênio no solo, dada a sua importância para a nutrição das plantas, e, pela dificuldade de controle que se tem das transformações químicas e termodinâmicas desse nutriente no solo (CASTELANE, 1982; LINGLE, 1966). Doses aplicadas e níveis de nitrogênio no solo sob condições de clima e solo do semi-árido nordestino ainda são pesquisados muito parcamente, havendo urgente necessidade de estudos básicos visando obter respostas para aplicação de dosagem eficientes nesses ecossistemas (SAMPAIO et al., 1994). O fósforo por ser responsável pela maioria das transformações energéticas, nas plantas, tais como a fotossíntese, formação da glicose, metabolismo de aminoácidos e gorduras, bem como das condições biológicas (CAMARGO & SILVA, 1982), é um elemento que deve ser colocado

em doses suficientes para suprir as necessidades vitais das plantas principalmente durante a floração e frutificação. Devido aos altos custos dos adubos fosfatados, e, da possibilidade de alterações ambientais, quando usado em excesso é importante se ter respostas precisas de que quantidades de adubos fosfatados que se deve aplicar ao solo.

A adubação orgânica no semi-árido nordestino, tem sido empregada em larga escala, principalmente pelos pequenos agricultores que utilizam os sistemas de vazantes (FERNANDES et al., 1980; ERNESTO SOBRINHO et al., 1983; HOLANDA, 1983). Embora nesses sistemas, não se empreguem substanciais quantidades de adubos minerais, há respostas economicamente viáveis do emprego de esterco de curral, quando esses sistemas são empregados (HOLANDA, 1983; MALAVOLTA, 1976). Sob as diferentes condições de manejo dos agrossistemas, tem-se obtido rendimentos máximos econômicos variando de 15,0 aos extremos de 50,0 Mg/ha, dependendo do tipo de solo, culturas, tratos fitossanitários, etc. (TIBAU, 1976; HOLANDA, 1983; MELLO et al., 1984). Outro importante aspecto do uso da adubação orgânica é o seu efeito residual, tanto no que se refere à condições químicas, quanto físicas do solo (KIEHL, 1985). No estado do Rio Grande do Norte, HOLANDA et al. (1983) observaram que um dos efeitos residuais importantes foi na reação do solo. Segundo os autores, as doses crescentes de esterco bovino no solo, em condições de semi-árido, permitiram uma diminuição nos teores de alumínio trocável na solução do solo, e aumentaram a disponibilidade de água e nutrientes para as plantas.

Do ponto de vista metodológico, a experimentação agrícola, ainda tem muitas limitações de ordem prática, principalmente quando se estudam mais de três fatores em um mesmo agrossistemas (FERREIRA, 1991; GOMES, 1985), embora a análise de regressão, tenha sofrido grandes avanços com o advento de métodos computacionais mais modernos, empregando meios eletrônicos (GOMES, 1985; SIEGEL, 1973; HOFFMAN, 1991). O emprego de matrizes experimentais na pesquisa agrônômica tem permitido avanços significativos para estudos de experimentos fatoriais, pela aplicação da técnica do confundimento, permitindo avaliação de agrossistemas combinados tanto do ponto de vista do rendimento físico quanto econômico (TURRENT FERNADEZ, 1981).

O presente trabalho teve como objetivo, avaliar o efeito da adubação mineral associada à adubação orgânica, com o emprego da matriz experimental Plan Puebla III, em condições de casa-de-vegetação.

1. MATERIAL E MÉTODOS

1.1. O solo

A análise do solo foi realizada em condições de casa-de-vegetação, em uma área de 1,0 ha, de propriedade da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), localizada na cidade de Rio Grande, RS, e utilizada nos trabalhos de pesquisa de solo, em condições de casa-de-vegetação.

1.2. A matriz experimental

A matriz experimental foi constituída de parcelas dispostas em bloco de solo, com dimensões de 10 m x 10 m, e utilizadas para a realização dos trabalhos de pesquisa de solo, em condições de casa-de-vegetação.

A matriz Plan Puebla III é constituída de 15 elementos (NT), sendo as dimensões 10 m x 10 m.

$$NT = 10 \times 10 = 100$$

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. O Solo

A pesquisa foi conduzida em condições de casa-de-vegetação, em vasos contendo 2,0 dm³ de amostras de solo Podzólico Vermelho-Amarelo Equivalente Eutrófico (*Eutrustalfs*), textura média, coletado em área de relevo suave ondulado nas cercanias do município de Assu, Rio Grande do Norte.

2.2. A matriz experimental

O experimento foi instalado com as parcelas dispostas em blocos ao acaso, empregando-se os tratamentos provenientes do modelo estatístico estabelecido pela Matriz Plan Puebla III, definidos em TURRENT FERNANDEZ (1981). Os fatores (n) estudados foram: nitrogênio (N), fósforo (P) e esterco (E), em níveis estabelecidos pelos tratamentos da matriz.

A matriz Plan Puebla III é constituída de 15 tratamentos (NT), quando se empregam 3 (três) fatores:

$$NT = 2^n + 2n + 1$$

Os níveis adotados na citada matriz são definidos a seguir, com suas respectivas doses equivalentes (kg/ha):

NÍVEL	-0,9	-0,4	0	+0,4	+0,9
DOSE N	15	90	150	210	285
DOSE P	10	60	100	140	190
ESTERCO	1500	9000	15000	21000	28000

Os tratamentos foram identificados como se seguem, obedecendo critérios pré-estabelecidos em VENEZUELA (1987). Os tratamentos T₁ a T₈, pertencem ao fatorial 2ⁿ. Os tratamentos T₉ a T₁₄, correspondem ao termo 2n, e o tratamento adicional T₁₅, corresponde ao tratamento central 150, 100 e 15000 (nível 0,0 de N, P e Esterco).

A quantidade de vezes que cada fator se repete na matriz é dada pela expressões:

NITROGÊNIO: $N = 2^{n-1} = 4$

FÓSFORO: $P = 2^{n-2} = 2$

ESTERCO: $E = 2^{n-3} = 1$

Tratamento	N	P	E
T1	90	60	9.000
T2	90	60	21.000
T3	90	140	9.000
T4	90	140	21.000
T5	210	60	9.000
T6	210	60	21.000
T7	210	140	9.000
T8	210	140	21.000
T9	15	60	9.000
T10	285	140	21.000
T11	90	10	9.000
T12	210	190	21.000
T13	90	60	1.500
T14	210	100	28.500
T15	150	100	15.000

2.3. Características avaliadas

2.3.1. Alterações na fertilidade do solo

Ao final do experimento, solos contidos nos vasos foram seccionados às profundidades: 0-4; 4-8 e 8-12 cm, analisados no Laboratório de Análises de Águas e Fertilidade do Solo do Departamento de Solos e Geologia da ESAM (LAAFS/ESAM), onde foram feitas as seguintes determinações: pH (água 1:2,5); Ca, Mg e Al (extraídos em KCl 1 N); K, Na e P (extraídos pelo extrator Mehlich-1 ou Carolina do Norte); de acordo método estabelecido no Manual de Método de Análises do Solo (BRASIL, 1979).

A análise de variância dos dados de avaliação da fertilidade do solo foi feita. Para a confrontação das médias dos tratamentos e desdobramentos das interações significativas foram empregados o teste de Tukey e o método de análise de Cluster de Scott & Knott (USDA, 1977).

2.3.2. Resposta biológica

Para o teste biológico foi empregada a cultivar, de melão **Gold Mine**, dada a sua grande utilização pelos produtores da região de abrangência do estudo. Foram avaliados os seguintes parâmetros de resposta biológica:

- (a) produção de matéria verde
- (b) produção de matéria seca
- (c) área foliar

A análise estatística desses parâmetros de resposta biológica foi conduzida empregando-se o esquema tradicional de blocos ao acaso, e aplicação, quando necessária, da análise de regressão.

2.4. Processamento dos dados

Todos os dados da pesquisa foram analisados empregando-se métodos computacionais, com o software SAEG, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa, Minas Gérias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Alterações na fertilidade do solo

Pela Figura 1 se pode evidenciar que há sensíveis alterações na reação do solo com os tratamentos empregados. A análise de variância apresentada em apêndice (Quadro 1A), contudo, não revela interação significativa entre profundidade e tratamentos. A análise dos dados pelo teste de Scott & Knott, permitiu separar os tratamentos em 3 grupos distintos. Os tratamentos que receberam maiores doses de nitrogênio (210 kg/ha), combinadas com doses de esterco 9,0 Mg/ha (T5 e T7) apresentaram maior acidez. Quando comparada com a reação do solo sem aplicação dos tratamentos (pH original do solo), observa-se que esses tratamentos acidificaram o solo com maior proporção que os demais. Comportamento semelhante foi observado para o tratamento T9 que, apesar de menor dose de nitrogênio (90 kg/ha) apresentou acidez maior que a do solo original, cujo pH situa-se era em torno de 6,6. A fonte de nitrogênio empregada (sulfato de amônio), pode ter sido responsável pela acidificação, e a maior intensidade ocorre justamente naqueles tratamentos onde se aplicaram menores doses de esterco. Esse fato pode ser explicado pelo poder-tampão da matéria orgânica aplicada ao solo. O fato é corroborado pelos resultados obtidos para os tratamentos T2 e T4 e T9 terem apresentado os maiores valores de pH. Nos tratamentos T2; T4 receberam a mesma dose de nitrogênio (90 kg/ha), porém com esterco equivalente a 21,0 Mg/ha. O tratamento T9, por sua vez, recebeu menor quantidade de esterco (9,0 Mg/ha), associada com apenas 15 kg/ha de N, daí os maiores valores de pH

Esterco 9,0 Mg/ha			Esterco 21,0 Mg/ha		
Trat.	N	P ₂ O ₅	Trat.	N	P ₂ O ₅
T1	90	60	T2	90	60
T3	90	140	T4	90	140
T5	210	60	T6	210	60
T7	210	140	T8	210	140
T9	15	60	T10	285	140
T11	90	10	T12	210	190

Projeções da Matriz Plan Puebla III e Tratamento Central (T15)

Trat.	N	P ₂ O ₅	Esterco (Mg/ha)
T13	90	60	1,5
T14	210	100	28,5
T15	150	100	15,0

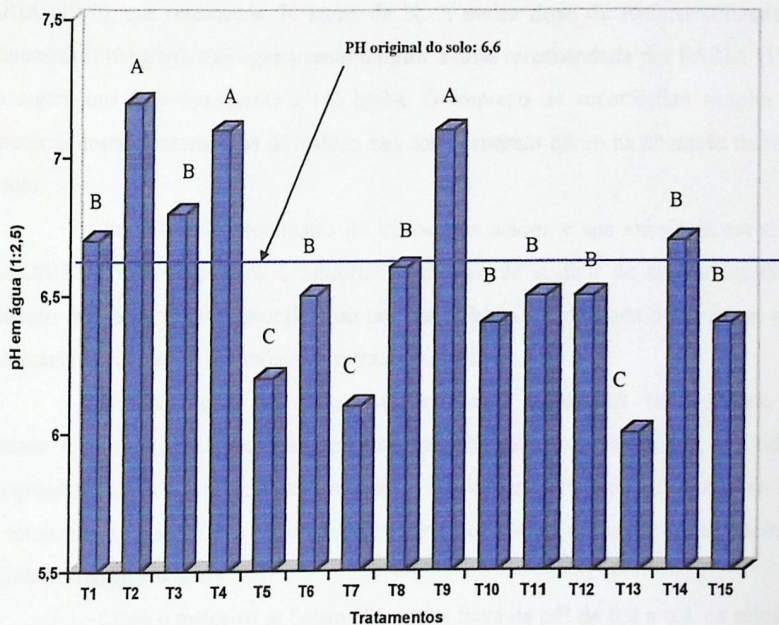


FIGURA 1. Variação do pH do solo em amostras de solo Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico, submetidas aos diferentes tratamentos obtidos pela Matriz Plan Puebla III, em experimento conduzido em casa-de-vegetação. Letras iguais representam médias semelhantes pelo teste de agrupamento de Cluster de Scott & Knott (USDA, 1977)

registrados nesses tratamentos. Como esse é o tratamento (T9), que recebeu menor adubação química, se pode inferir que a persistência dos elevados valores de pH nos tratamentos T2 e T4, evidenciam a importância da matéria orgânica no tamponamento do solo. O maior efeito acidificante do solo nos tratamentos T5, T7 e T13, além de corroborar com essa hipótese do poder tampão da matéria orgânica no solo, evidenciam que a adubação química, com doses superiores a 90 kg de N por hectare é suficiente para promover acidificação do solo, mesmo quando se emprega matéria orgânica em doses inferiores a 9.000 kg/ha.

A dosagem de 90 kg de N, citado na pesquisa está aproximado ao citado por FARIA (1990), que recomenda 76 kg/ha de N. A maior dose de fósforo utilizada nos tratamentos (140 kg/ha), está ligeiramente inferior à dose recomendada por FARIA (1990), que sugere uma dose equivalente a 145 kg/ha. O emprego de superfosfato simples para fornecer as doses recomendadas de fósforo não demonstraram efeito na alteração da reação do solo.

Em razão da intolerância do meloeiro a acidez e sua exigência em cálcio, FILGUEIRA (1981) recomenda a substituição do uso de sulfato de amônio usado em adubação de cobertura pelo nitrocálcio ou por outra forma nitrogenada com menor poder acidificante (uréia, nitrato de amônio ou nitrato de sódio).

Nas condições de campo vários fatores ambientais (temperatura, luz, umidade e tipo de solo, etc.) influenciarão na eficiência da aplicação de adubos nitrogenados e efeito dos mesmos no rendimento das culturas. Para esse fim deve-se levar em consideração as perdas que poderão surgir, por percolação e as ocasionais alterações na fertilidade original dos solos.

Como o meloeiro se desenvolve numa faixa de pH de 6,0 a 6,8, os solos que apresentam pH abaixo de 6,0 podem ser prejudiciais ao desenvolvimento da cultura. Observando-se a Figura 1, verifica-se que quase todos os tratamentos, apresentaram faixas de pH dentro das exigências da cultura.

Com uma análise de Figura 2 pode-se inferir que os teores de magnésio foram influenciados pelas elevadas doses de matéria orgânica aplicadas ao solo. Doses iguais ou superiores a 21,0 Mg/ha, associados com doses de P_2O_5 iguais ou superiores a

Esterco 9,0 Mg/ha			Esterco 21,0 Mg/ha		
Trat.	N	P ₂ O ₅	Trat.	N	P ₂ O ₅
T1	90	60	T2	90	60
T3	90	140	T4	90	140
T5	210	60	T6	210	60
T7	210	140	T8	210	140
T9	15	60	T10	285	140
T11	90	10	T12	210	190

Projeções da Matriz Plan Puebla III e Tratamento Central (T15)

Trat.	N	P ₂ O ₅	Esterco (Mg/ha)
T13	90	60	1,5
T14	210	100	28,5
T15	150	100	15,0

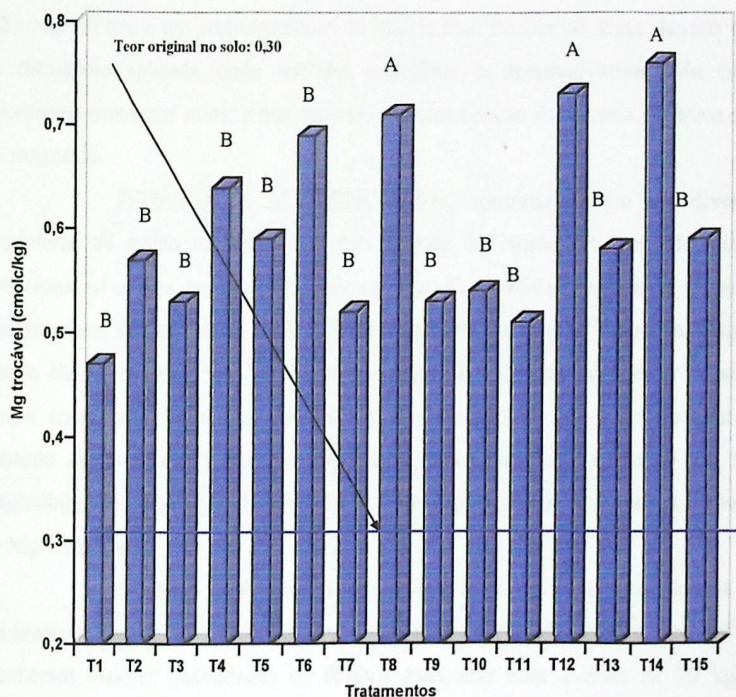


FIGURA 2. Variação dos teores de magnésio do solo em função de tratamento da Matriz Plan Puebla III, em ensaio conduzido em casa de vegetação. Letra iguais representam médias semelhantes pelo teste de agrupamento de Cluster de Scott & Knott (USDA, 1977).

100 kg/ha.(T4, T6, T8, T10, T12, T14). Essa constatação evidencia a importância da matéria orgânica associada com o fósforo no fornecimento de magnésio para o solo. É provável que na dose menor de P (60 kg/ha) associada à dose de esterco 21,0 Mg/ha (T2), não houve suficiente quantidade de P para que os microorganismos do solo pudessem promover satisfatoriamente a mineralização da matéria do solo e conseqüente liberação de Mg para as plantas superiores. No tratamento T10, que também recebeu 21,0 Mg/ha de esterco, contudo os teores de Mg se assemelharam ao do tratamento T2. O fato pode ser explicado em decorrência da elevada dose de nitrogênio que é aplicada nesse tratamento (285 Mg/ha) que é um prolongamento da Matriz Plan Puebla III. Essa elevada quantidade de nitrogênio aplicada pode também prejudicar o desenvolvimento de colônias de microorganismos nos solos, o que retardou a mineralização da matéria orgânica e liberação do magnésio.

PEDROSA & ALMEIDA (1991), constataram que em diversas áreas produtoras de melão no estado do Rio Grande do Norte tem ocorrido desequilíbrio nutricional na cultura, em decorrência do emprego de quantidade exagerada de nitrogênio e, muitas vezes, de potássio e fósforo. Esse procedimento poderá induzir a deficiência de outros elementos como Ca, Mg e provavelmente boro, podendo ocorrer a produção de frutos com má conservação pós-colheita, deformação e coloração anormal. Deve-se contudo observar, que fósforo e magnésio apresentam efeito sinérgico em termos de disponibilidade no solo (MALAVOLTA, 1980). A presença de P favorece a disponibilidade de Mg e vice-versa.

Os teores de P assimilável (extrator Mehlich-1) apresentados na Figura 3, evidenciam que o extrator retirou maiores quantidades de fósforo das parcelas que receberam maiores quantidades de fósforo associado com a dose de 90 kg/ha de N associado com a dose de esterco 21,0 Mg/ha (tratamento T4). Esses teores de P assimilável contudo se assemelham aos valores registrados para os tratamentos que receberam dose de esterco equivalente a 9,0 Mg/ha com nitrogênio 15 e 90 (T9 e T11) embora as doses de P fossem diferentes (60 e 10 kg/ha, respectivamente). Fato ainda que deve ser registrado é a semelhança nos teores de P do solo para os tratamentos T13 e T15, cujas doses de P foram respectivamente de 90 e 100 kg/ha, variando apenas a quantidade de matéria orgânica

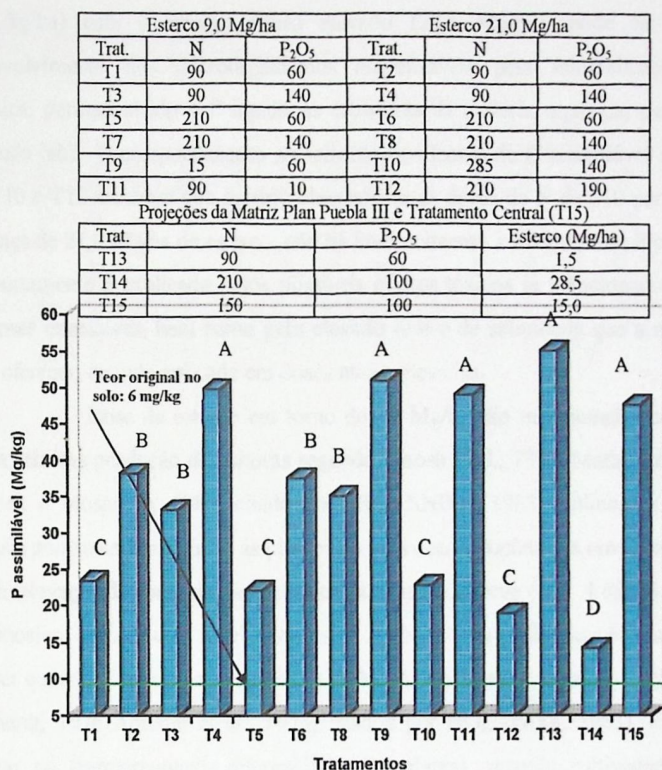


FIGURA 3. Teor de fósforo assimilável no solo em amostras do solo Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico (Alfisol), cultivadas com melão sob os diferentes tratamentos da Matriz Plan Puebla III. Em experimento conduzido em casa-de-vegetação. Letras iguais representam médias semelhantes pelo teste de agrupamento de Cluster de Scott & Knott (USDA, 1977)

aplicadas ao solo (1,5 e 15 Mg/ha). Esse efeito era esperado, embora deva-se salientar que em valores de pH próximo da neutralidade a ligeiramente alcalino, muito do fósforo pode estar ligado a cálcio. Ademais, o extrator Mehlich-I pode retirar do solo teores elevados de P, quando fontes solúveis como ácido fosfórico, fosfato ácido de potássio e superfosfato simples, do nutriente são aplicadas, mesmo que o mesmo esteja ligado ao cálcio. O menor teor de P assimilável registrado no tratamento 14, mostra que a elevada dose de nitrogênio

(210 kg/ha) com o esterco muito elevado (28,5 Mg/ha), pode ter prejudicado o desenvolvimento dos microorganismos responsáveis pela mineralização da matéria orgânica, permanecendo o P ligado às estruturas da matéria orgânica, permanecendo no pool não lábil. O comportamento semelhante dos teores de P assimilável nos tratamentos T6, T10 e T12 mostram que mesmo elevando-se as doses de N de 210 para 285 kg/ha, na presença de 21,0 Mg/ha de esterco, não há favorecimento à liberação de P para o solo. Esse comportamento é explicado pelos possíveis efeitos tóxicos já mencionados do nitrogênio em doses excessivas, bem como pelo elevado índice de salinidade que a matéria orgânica pode oferecer, quando aplicada em doses muito elevadas.

Dose de esterco em torno de 20 Mg/ha são mencionadas como suficientes para a máxima produção de culturas segundo Yitosh et al., 1973; Mathers e Stewart, 1974, Baldock e Musgrave, 1980; citados por HOLANDA, 1983. Aplicações de esterco em demasia podem causar injúrias às plantas ou provocar reduções nos rendimentos de culturas devido elevação da condutividade elétrica da solução do solo (C.E. 4 dS/m) e contaminação da atmosfera do solo com níveis tóxicos de amônia. Tais fenômenos são mais propensos a ocorrer quando a aplicação é superior a 50 Mg/ha de esterco, segundo Haghiri et al., 1979; Liebhardt, 1976 Adriano et al., 1973; citados por HOLANDA, 1983). Esse efeito pode resultar no comportamento diferenciado das plantas, quando cultivadas em condições extremas de fertilidade. Bains & Jhooty, citados por PENTEADO (1987), verificaram que plantas com solução normal (N-P-K) ou com solução com alto N e P tiveram maior peso seco. Assim com a incidência de Down-mildex, foi menor nas plantas que cresceram nas soluções com N alto, P alto e K baixo.

Uma análise conjunta dos resultados analíticos apresentados nas Figuras 4, e 5 permitam inferir que houve um incremento de íons trocáveis Ca e K em todos os tratamentos aplicados, em relação ao teor original. Observe-se contudo (Figura 5) que os teores desse íons não variam com a profundidade do vaso, mostrando que há uma distribuição homogênea dos insumos aplicados nos vasos. Para o sódio, no entanto, houve uma tendência de acumulação do elemento na superfície do vaso (profundidade 0-8 cm). Comportamento semelhante ao outro íon monovalente (K^+), que se acumulou em maior proporção na superfície do vaso onde se aplicou a maior dose equivalente de esterco (T14)

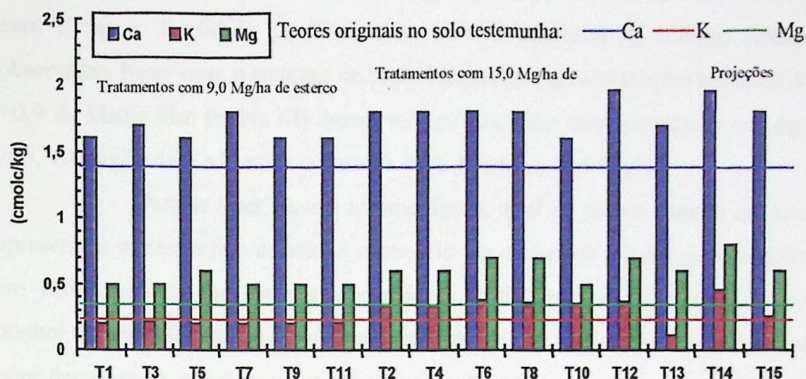


FIGURA 4. Distribuição dos teores de cálcio potássio e magnésio a amostras de Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico (Alfisol) cultivadas em casa-de-vegetação com plantas de melão, sob tratamentos da Matriz Plan Puebla III.

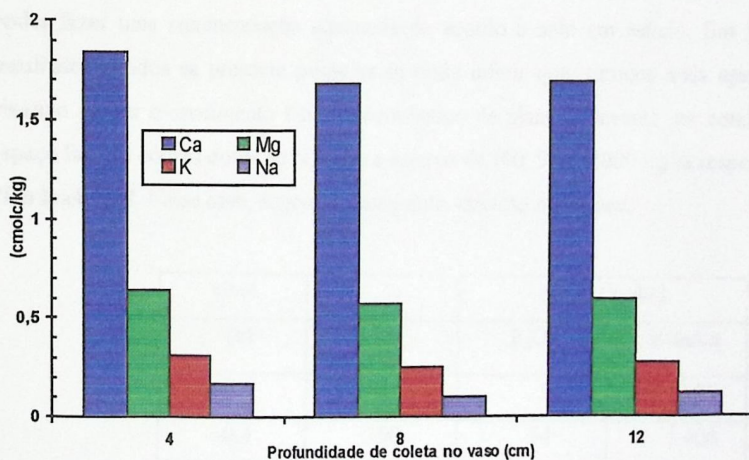


FIGURA 5. Distribuição dos teores de cálcio potássio e sódio com a profundidade dos vasos com amostras de Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico (Alfisol), cultivadas em casa-de-vegetação, com plantas de melão, sob tratamentos da Matriz Plan Puebla III.

no vaso (Figura 6). Pode-se, no entanto, inferir que os tratamentos aplicados contribuíram para elevar a “fertilidade geral” do solo, embora condições de excesso tenham sido observadas. Nesse caso, o emprego de doses exageradas (as combinações advindas do nível +0,9 da Matriz Plan Puebla III) devem ser evitadas. Esse nível permitiu o uso das doses 285, 190 kg/ha de N e P, associado com a dose de esterco 28,5 Mg/ha.

Para se fazer alguma recomendação, nível de campo, mesmo em áreas que apresentam o mesmo tipo de solo, é necessário que tenhamos resultados de experimento, em vários lugares, que apresentem condições edafoclimáticas diferenciadas, embora a melhor combinação obtida no presente estudo em casa de vegetação, mostra resultados de bons desempenho quando se usa dosagens acima discutidas.

Contreras Mexicano, citado por FARIA (1990), sugere níveis de 180 kg/ha de N, 60 e 80 kg/ha de P_2O_5 e 60 kg/ha de K_2O , onde os níveis de nitrogênio se baseiam em resultados de experimentos que exprimem a resposta da planta a níveis de adubação, para P, K. Por outro lado o autor reforça que há ainda necessidade de se fazer a análise do solo para poder fazer uma recomendação adequada de acordo o solo em estudo. Em função dos resultados obtidos na presente pesquisa se pode inferir que, estudos mais aprofundados, visando avaliar o rendimento físico e econômico de plantas, deverão ser conduzidos em espaço fatorial com as doses de N, P_2O_5 e esterco de 100, 90 e 9.000 kg/ha respectivamente Plan Puebla III. Nesse caso, sugere-se a seguinte variação nas doses:

nível		dose (kg/ha)	
		P_2O_5	Esterco
(n)	N		
-0,9	15	9	900
-0,4	90	54	5.400
-0,0	100	90	9.000
+0,4	140	126	12.600
+0,9	190	171	17.100

Esterco 9,0 Mg/ha			Esterco 21,0 Mg/ha		
Trat.	N	P ₂ O ₅	Trat.	N	P ₂ O ₅
T1	90	60	T12	90	60
T3	90	140	T4	90	140
T5	210	60	T6	210	60
T7	210	140	T8	210	140
T9	15	60	T10	285	140
T11	90	10	T12	210	190

Projeções da Matriz Plan Puebla III e Tratamento Central (T15)

Trat.	N	P ₂ O ₅	Esterco (Mg/ha)
T13	90	60	1,5
T14	210	100	28,5
T15	150	100	15,0

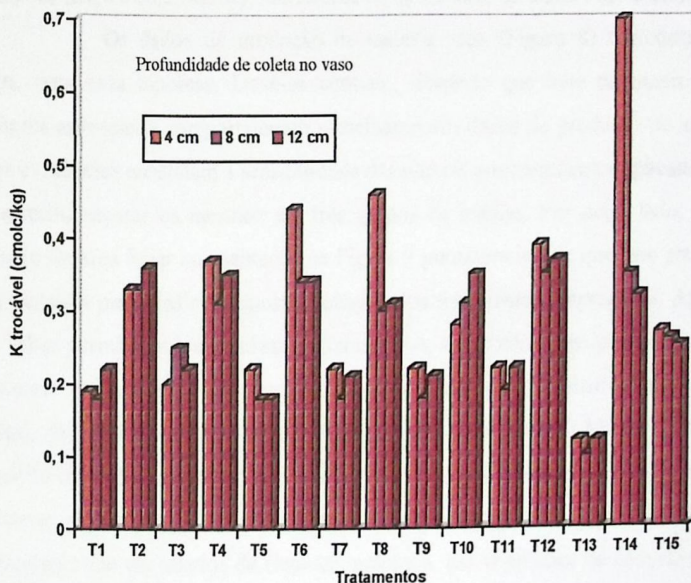


FIGURA 6. Distribuição dos teores de potássio com a profundidade dos vasos com amostras de Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico (Alfisol), cultivadas em casa-de-vegetação, com plantas de melão, sob tratamentos da Matriz Plan Puebla III.

3.2. Resposta Biológica

Para os tratamentos dentro do fatorial da Matriz Plan Puebla III (Figura 7), verifica-se que a produção de matéria verde só foi diferente quando se usou a combinação N 90 kg/ha e P 10 kg/ha. Evidencia-se assim, a importância da adubação fosfatada na cultura, mesmo quando o experimento é conduzido em condições de casa-de-vegetação, com duração relativamente curta (até o início da floração). O efeito negativo das doses excessivas de nitrogênio pode ser evidenciado pelo menor rendimento apresentado pelos tratamentos com elevadas doses de nitrogênio (210 e 285 kg/ha) associadas com altas doses de esterco (21,0 e 28,5 Mg/ha), indiferente da quantidade de fósforo aplicada ao solo.

Os dados de produção de matéria seca (Figura 8) corroboram, de certo modo, com essa hipótese. Deve-se contudo, observar que esse parâmetro de resposta biológica apresentou comportamento semelhante aos dados de produção de matéria verde. Essas evidências constata a sensibilidade das plantas aos tratamentos aplicados, posto que se permitiu separar os mesmos em três grupos de médias. Por outro lado, os dados de medição de área foliar apresentados na Figura 9 permitem inferir que esse parâmetro foi o mais sensível para medir a resposta biológica dos tratamentos empregados. As medidas de área foliar permitiram hierarquizar os tratamentos, separando os grupos de tratamentos que receberam esterco em doses menores dentro do fatorial da matriz Plan Puebla III (9,0 Mg/ha), daqueles que receberam elevadas doses de esterco (21,0 Mg/ha). Verifica-se que apesar de divididos em três grupos de médias (A, B e C), o teste de Scott & Knott permitiu separar esses sub-grupos de tratamentos, quando se variavam as doses de esterco. Infere-se do exposto, que em estudos de resposta biológica, nas condições de casa-de-vegetação, é preferível se usar a área foliar das plantas, principalmente quando se trata de estudos envolvendo adubação nitrogenada e uso de esterco de curral

As menores leituras obtidas para o parâmetro de resposta biológica foi quando se empregou doses elevadas de nitrogênio (210 e 285 kg/ha) associadas com as doses máximas de esterco (21,0 Mg/ha, dentro do fatorial, e 28,5 Mg/ha no tratamento considerado uma projeção da Matriz Plan Puebla III). Os resultados indicam ainda que houve efeito prejudicial das doses excessivas de nitrogênio e de esterco aplicadas ao solo.

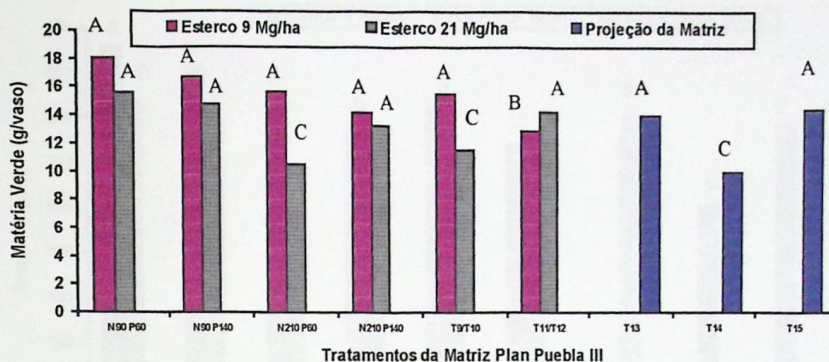


FIGURA 7. Produção de matéria verde de plantas de melão cultivadas em casa-de-vegetação em amostras de solo Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico (Alfisol) sob tratamentos da Matriz Plan Puebla III. Letras iguais representam médias semelhantes pelo teste de agrupamento de Cluster de Scott & Knott (USDA, 1977)

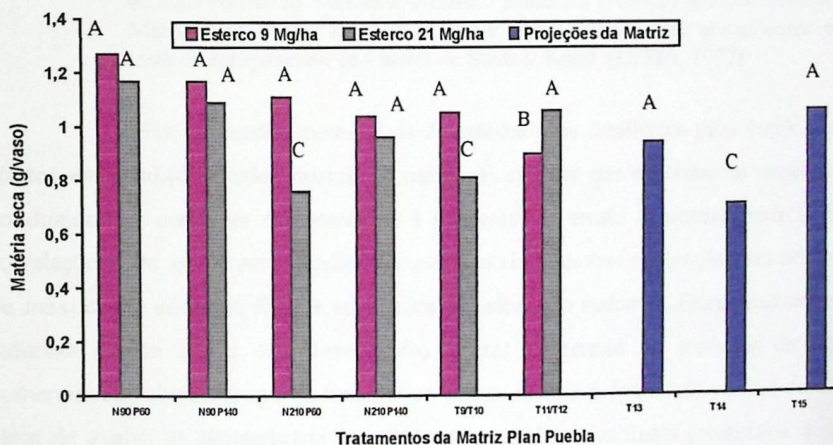


FIGURA 8. Produção de matéria seca de plantas de melão cultivadas em casa-de-vegetação em amostras de solo Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico (Alfisol) sob tratamentos da Matriz Plan Puebla III. Letras iguais representam médias semelhantes pelo teste de agrupamento de Cluster de Scott & Knott (USDA, 1977)

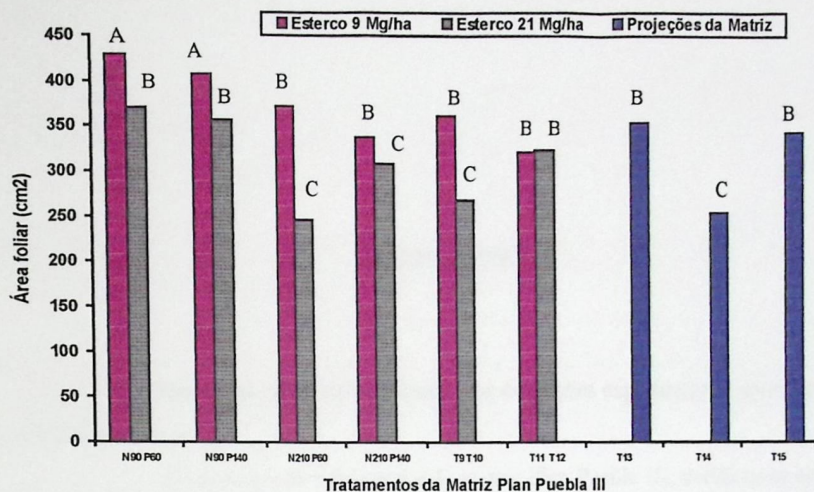


FIGURA 9. Área foliar de plantas de melão cultivadas em casa-de-vegetação em amostras de solo Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico (Alfisol) sob tratamentos da Matriz Plan Puebla III. Letras iguais representam médias semelhantes pelo teste de agrupamento de Cluster de Scott & Knott (USDA, 1977)

Há, no entanto, necessidade de estudos mais detalhados para verificar tais efeitos em condições edafoclimáticas de campo. É evidente que experimento semelhante, conduzido nas condições de campo, até à produção em escala comercial, poderá obter correlação entre as diferentes condições experimentais e possível calibração para obtenção de máximo de eficiência física e econômica na cultura do meloeiro. Experimentos dessa natureza devem avaliar o rendimento das plantas em termos de produção de frutos comerciáveis, alterações que os tratamentos podem induzir à fertilidade natural do solo, além de avaliar as características que definem a qualidade dos frutos produzidos, e suas condições fisiológicas pós-colheita.

4. CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, nas condições experimentais apresentadas, se pode concluir que:

a) em todos os tratamentos da matriz Plan Puebla III, verificou-se alterações nos indicadores da fertilidade do solo (pH, Ca, Mg, K, Na e P assimilável);

b) dentro do fatorial da matriz Plan Puebla III, os tratamentos T5 (N 210 - P 60 - esterco 9.000 kg/ha) e T7 (N 210 - P 140 - esterco 9.000 kg/ha), foram os que menos afetaram o pH do solo. E, fora a projeção da matriz Plan Puebla III T13 (N 90 - P 60 - esterco 1.500 kg/ha) apresentou comportamento semelhante aos tratamento supra mencionados;

c) dependendo das combinações adubo mineral e orgânico empregadas, foram observadas variações no comportamento dos íons trocáveis e fósforo assimilável no solo contido nos vasos estudados;

d) a produção de matéria verde, matéria seca e área foliar das plantas foram alteradas em função dos tratamentos empregados dentro do espaço fatorial da matriz Plan Puebla III. Sendo a área foliar o parâmetro de resposta biológica que melhor apresentou sensibilidade para estudar os tratamentos empregados em condições de casa-de-vegetação;

e) há necessidade de melhor definição do tratamento central da matriz para as condições de solo e planta estudados em condições de casa-de-vegetação.

5. RESUMO

A adubação orgânica no semi-árido, tem sido empregada em larga escala, as doses crescentes de esterco bovino no solo, associada com adubação mineral, mesmo quando se emprega agricultura com alto nível de insumos. O presente trabalho foi conduzido em condições de casa-de-vegetação. Amostras de um solo Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico (*Eutrustalfs*), textura média, foram acondicionadas em vasos com 2,0 dm³. O solo foi coletado em área de relevo suave ondulado, característico das áreas cultivada com melão no Rio Grande do Norte. Empregou-se o delineamento em blocos ao acaso, com a distribuição dos tratamentos provenientes do modelo estatístico estabelecido pela *Matriz Plan Puebla III*. Os fatores estudados foram: Nitrogênio (N), fósforo (P) e esterco (E), constituindo-se de 15 tratamentos (NT), quando se empregam 3 fatores (n). $NT = 2^n + 1$. Os níveis adotados foram definidos com suas respectivas doses equivalentes (kg/ha). Os parâmetros avaliados foram a) *alterações na fertilidade dos solos*, onde seccionou-se os vasos às profundidades 0-4, 4-8 e 8-12 cm, e avaliadas as seguintes características: pH, Ca, Mg, K, P, Na; b) *resposta biológica*, que foi obtida com a cultivar **Gold Mine**, de melão, avaliando-se os seguintes parâmetros: matéria verde, matéria seca e área foliar. Dos resultados obtidos verificou-se que: – Os tratamentos que receberam menores quantidades de esterco foram os que apresentaram maior acidez no solo; – Em todos os tratamentos da matriz Plan Puebla III, verificou-se alterações nas indicações da fertilidade do solo (pH, Ca, Mg, K, Na e P assimilável); – Os maiores teores de íons Na e K avaliados foram registrados na superfície do vaso, (0-4 cm do vaso); – a área foliar foi o parâmetro que apresentou maior sensibilidade para estudos de resposta biológica empregando-se os tratamentos da matriz Plan Puebla III em condições de casa-de-vegetação.

6. LITERATURA CITADA

- BRASIL, Ministério da Agricultura. **Manual de Métodos de Análise de Solos.** EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS/SERVIÇO NACIONAL DE LEVANTAMENTOS E CONSERVAÇÃO DO SOLO, 1979. (paginação irregular).
- CASTELANE, P.D. Nutrição mineral da cultura do tomateiro (*Lycopersicon inculentum*, Mill.): Efeito dos nutrientes na qualidade dos frutos. In: MULER, J. J. V. e CASALI, V. W. D. **Seminário de Olericultura.** Viçosa: UFV, 1982. p. 113-158.
- CAMARGO, P.N. & SILVA, O. **Manual de adubação foliar.** São Paulo: Herba, 1982.
- COELHO, F. S. & VALÊNCIA, F. **Fertilidade do solo.** e. ed. São Paulo: ICEA, 1973. 384p.
- DANTAS, Marlon de Moraes. **Efeito residual da fertilização na fertilidade de solos distrófico cultivado com melão** (*Cucumis melo* L.). Mossoró: ESAM, 1993. 50 p. p.4-6. Monografia (Graduação em Agronomia) - ESAM, 1993.
- ERNESTO SOBRINHO, F. et al. **Sistema do pequeno agricultor do Seridó noroeste-riograndense: A terra, o homem e o uso.** Mossoró: ESAM/FGD, 1983. 200p. (Coleção Mossoroense, Série C, 276).
- FARIA, Clementino Marcos Batista de. **Nutrição mineral e adubação da cultura do melão.** Petrolina: EMBRAPA, 1990. 25p. (Circular Técnica, n. 22).
- FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia.** Maceió: 1991. 440p.
- FERNANDES, J. B., OLIVEIRA, J. F., HOLANDA, J. S. **Sistema de cultivo para feijão vigna e batata-doce em vazes de leitos de rios.** Caicó: EMBRAPA/UEPAE, 1980. 4p. (Comunicado Técnico, 3).

- GOMES, F. P. **A estatística moderna na pesquisa agropecuária**. Piracicaba: Potafos, 1985. 160p.
- HOLANDA, J. S. **Maximização do lucro na utilização de esterco de curral em vazantes de leitos de rios**. Natal: EMPARN, 1983. 19p. (Boletim de Pesquisa, 6).
- HOFFMAN, R. **Estatística para economia**. São Paulo: Pioneira, 1991. 462p.
- KIEHL, E. S. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Ceres, 1985. 492p. p.26-32.
- LINGLE, J. C. Nitrogen in relation to tomato qualit. **Calitor-Agric**, Lugpr, v. 20, nº, p. 4-5 mio, 1966.
- LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: Anda/Potafos, 1989. p.01-13.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: Nutrição das plantas e fertilidade do solo**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 528p.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ceres, 1980. 251p.
- MELLO, F. A. F. et al. **Fertilidade do solo**, 2.ed. São Paulo: Novel, 1984. 400p. p.105-135.
- OLIVEIRA, M. de., GOMES, L. L., MOURA, A. R. B. Manejo do solo e da água e salinidade induzida em lotes agrícolas do perímetro irrigado de Itans, Sabugi, RN. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 10, 1994. Florianópolis. **Conferência...** Florianópolis: ABCS, 1994. p.
- PEDROSA, J. F. & ALMEIDA, J. H. S. Dimorfismo de frutos em meloeiro. **Horticultura brasileira**, Brasília-DF, 9(1): 20-22. 1991.
- PEDROSA, J. F. **A cultura do melão**. Mossoró: ESAM, 1992. 35 p. (Apostila datilografada).
- PENTEADO, Sílvia Roberto. **Cultura do melão**. São Paulo: ESALQ, 1987. 55p. p.11-12. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia) - ESALQ, 1990.
- PEREIRA, J. R. & SIQUEIRA, F. B. Alterações nas características químicas de um oxisol sob irrigação. In: REUNIÃO SOBRE SALINIDADE EM ÁREAS IRRIGADAS, Fortaleza-CE: EMBRAPA/CPATSA, 20 p., 1978.

SAMPAIO, E. V. S. B., SALCEDO, I. H., SILVA, F. B. R. Fertilidade de solos do semi-árido do Nordeste. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1994, Petrolina. **Conferência...** Petrolina, ABSC, 1994.

SANTOS, L. O. G., OLIVEIRA, M. de, MOURA, A. B. R. de. Alterações físico químicas pela aplicação de uréia e sulfato de amônio e seus reflexos na fertilidade de um cambissolo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1994. Petrolina. **Conferência...** Petrolina: ABCS, 1994. p.130-140.

SIEGEL, S. **Estatística não paramétrica.** São Paulo: Meglaw-Hill, 1973. 350p.

TIBAU, A. O. **Técnicas modernas de irrigação: aspersão, derramento, gotejamento.** São Paulo: Nobel, 1976. 227 p.

USDA - United States Departamente of Agriculture. **Comparisons among tratment means in an analysis of variance.** Washington D.C. Agricultural Research Service of USDA, 1977, 64 p. (ARS/H/6).

APÊNDICE

QUADRO 1A . Síntese da análise de variância para os resultados analíticos de fertilidade do solo em amostras de solo Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico (*Eutrustalfs*) cultivado em condições de casa-de-vegetação com plantas de melão submetido aos tratamentos da Matriz Plan Puebla III.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios ¹						
		pH	Ca	Mg	K	Na	P	
Bloco (j)	2	0,0143	0,0367	0,0087	0,0018	0,0003	59,5	
Tratamentos (t)	14	1,1633**	0,1434**	0,0705**	0,0841**	0,0273	1.545,5**	
Profundidade do vaso (pv)	2	0,2003**	0,3334**	0,0576 ^{ms}	0,0466**	0,0470**	50,4 ^{ms}	
Interação (t)*(pv)	28	0,0374 ^{ms}	0,0461**	0,0322 ^{ms}	0,0100**	0,0043**	64,4 ^{ms}	
Erro Experimental	88	0,0375	0,0229	0,0324	0,0017	0,0006	50,0	
Coefficiente de Variação (%)	-	3	9	30	15	19	20	-

¹ valores que: ** excedem a probabilidade 0,01; *excedem a probabilidade 0,05; ^{ms} não significativo ao nível de probabilidade considerado.

QUADRO 1A . Síntese da análise de variância para as características avaliadas para testar a resposta biológica de plantas de melão cultivadas sob diferentes tratamentos da Matriz Plan Puebla III em amostras de solo Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico (*Eutrustalfs*) cultivado em condições de casa-de-vegetação.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios ¹		
		Matéria verde	Matéria seca	Área foliar
Bloco (j)	2	32,96	0,3730	24.456,2
Tratamentos (t)	14	14,54**	0,0754**	8.171,2**
Erro Experimental	28	2,25	0,0094	1.324,9
Coefficiente de Variação (%)	-	11	10	11

¹ ** valores que excedem o nível de probabilidade 0,01.

UFERSA SIGAA - BIBLIOTECAS



SIGAA

2010075842